



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

## Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

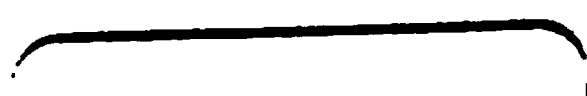
- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

## Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.



3 3433 06641389 3













PLB

PLB

6401





PL 13  
0401

WOMEN  
WOMEN  
WOMEN

# C H E M I E

Y D N

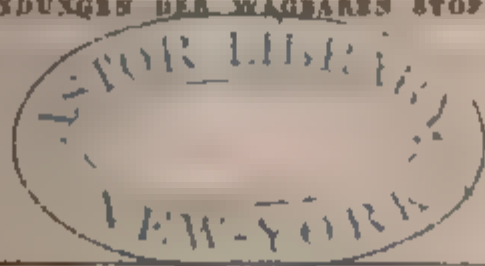
LEOPOLD GMELIN

Doct. d. Medicin: Großh. Rad. Hofrath; ord. Prof. d. Med. u. Chemie an der Univ. zu Heidelberg; der Kon. Ak. d. Wissensch. zu München, der Bais. Leop. Carol. Ak. d. Naturforscher, der Heidelberger u. der Niederrh. Gesellsch. für Naturwiss. u. Medicin, der Senkenbergischen, Marburger u. Wetterauer naturf. Gesellschaft, so wie der für Mineralogie zu Dresden, f. östzl. Kunstc in Frankfurt, f. Pharmacie zu Petersburg und der Apothekervereine in Baden u. im nördl. Deutschl. Mitglied.

## ERSTER BAND

WELCHES

DER THEORIE VON DER COHÄSION UND ADHÄSION, VON DER AFFINITÄT IN  
ALLOIDEN, VON DEN AUFWÄGBAREN STOFFEN UND VON DEN UNORGANI-  
SCHEN VERBINDUNGEN DER AUFWÄGBAREN STOFFE KENTHALT.



DRITTE VERBESSERTTE UND VERMEHRT AUFLAGE.

FRANKFURT AM MAIN  
BEI FRANZ VARRENTRÄPP

1827

1. *Phragmites* (Common Reed)

und dafs in 1 Maafs Stickoxydulgas 1 Maafs Stickgas und  $\frac{1}{2}$  Maafs Sauerstoffgas enthalten ist, so wird ein solches Maafs Stickoxyd  $0,9706 + \frac{1,1092}{2}$  Gran wiegen, oder sein spec. Gewicht wird 1,0000 betragen, das spec. Gewicht der Luft = 1,0000 gesetzt.

Zur Vergleichung der Maasse und Gewichte diene folgende Zusammenstellung:

Nach dem neufranzösischen Maafs- und Gewicht-System ist 1 Meter der zehnmillionste Theil des Abstandes des Nordpols vom Aequator, oder eines halben Meridians. Es wird in zehntel, hunderttel, tausendtel Meter, oder in *Deci-*, *Centi-* und *Millimeter* abgetheilt. Der Meter im Würfel ist ein *Stère* oder 1000 Liter; der Decimeter Würfel ist ein *Liter*; ein Würfel von Wasser von 1 Centimeter Kantenlänge wiegt bei 0° (oder nach den späteren Bestimmungen bei + 4°, hier das Wasser am dichtesten ist) 1 *Gramm*.

10000 Gramm = 1 *Myriagramm*; 1000 Gramm = 1 *Kilogramm*; 100 Gramm = 1 *Hektogramm*; 10 Gramm = 1 *Dekagramm*; 0,1 Gramm = 1 *Decigramm*; 0,01 Gramm = 1 *Centigramm*; 0,001 Gramm = 1 *Milligramm*. 1 Liter kaltes Wasser wiegt demnach 1 *Kilogramm* oder 1 *Stère* 1000 *Kilogramm*.

1 Meter ist = 0,5130-4 franz. Toisen, = 3 franz. Fufs und Linien, = 36,941328 franz. Zoll, = 39,37-9 engl. Zoll.

1 Gramm ist = 18,82-15 franz. Grän poids de marc (= 2 Grän machen 1 Drachme); = 16,091022-55 Gran Nürnbg. Gew.; = 281,0 Richtpfennigtheilchen Kölnisch Markgewicht (65536 Richtpfennigtheilchen machen 8 Unzen oder 1 Mark); = 0,564-5 Dram engl. Avoirdupois (16 Dram's machen 1 Unze, 16 Unzen 1 Pfund); = 15,432 Grän engl. troy imperial (480 Grän machen 1 Unze, 12 Unzen 1 Pfund); = 0,23505 Solotnik, russisches Gewicht (3 Solotnik machen 1 Loth, 32 Loth 1 Pfund).

---



# Inhalt des ersten Bandes.

	Seite
Einleitung . . . . .	1 bis 9
Einleitung . . . . .	9 » 18
Einleitung . . . . .	19 » 22
Erster Theil. Allgemeine Chemie . . .	23 » 66
Zweiter Theil. Specielle Chemie . . .	67
Erster Abschnitt, Chemie der unwägbaren Stoffe	67 » 191
Kapitel 1. Licht . . . . .	68 » 104
» 2. Wärme . . . . .	104 » 156
» 3. Elektricität . . . . .	156 » 191
Zweiter Abschnitt. Chemie der wägbaren Stoffe	191
Erste Abtheilung. Chemie der unorganischen Verbindungen . . . . .	196 » 1454
Zweite Unterabtheilung. Nichtmetallische einfache Stoffe . . . . .	196 » 512
Kapitel 1. Sauerstoff . . . . .	199 » 215
» 2. Wasserstoff . . . . .	215 » 244
» 3. Kohlenstoff . . . . .	245 » 260
» 4. Boron . . . . .	261 » 267
» 5. Phosphor . . . . .	267 » 289
» 6. Schwefel . . . . .	289 » 338
» 7. Selen . . . . .	338 » 348
» 8. Iod . . . . .	348 » 369
» 9. Chlor . . . . .	369 » 409
» 10. Fluor . . . . .	409 » 418
» 11. Stickstoff . . . . .	418 » 512
Dritte Unterabtheilung. Metalle . . . . .	513 » 1454
Kapitel 1. Kalium . . . . .	517 » 572
» 2. Natrium . . . . .	572 » 597
» 3. Lithium . . . . .	597 » 606
» 4. Baryum . . . . .	606 » 629
» 5. Strontium . . . . .	629 » 639
» 6. Calcium . . . . .	639 » 661
» 7. Magnium . . . . .	661 » 680

*häufig für Frucht verkauft wird) zu sondern, und zu ordnen, den chemischen Arbeitern zurufen möge. Haltet ein, sonst werde ich nicht fertig! — Ich bin nicht derjenige bewunderungswürdige Mann, welchen wir seit Jahren bei weitem die meisten und die wichtigsten Bereicherungen verdanken, durch die mehrfache Herausgabe seines so ausführlichen, trefflichen Lehrbuchs auf eine beschämende Art bewiese, wie sehr mehr, als bloßes Zusammentragen und Ordnen, Einzelner zu leisten vermag.*

*Wie lange wird noch die Chemie fortwachen, wie seit einigen Jahrzehnten? Wahrscheinlich sehr lange. Denn die Entdeckungen über die Fluor- und die Schwefel-Verbindungen, über das Molybdän u. s. w. beweisen uns, daß auch die bekannteren Stoffe noch lange nicht nach allen Beziehungen erforscht worden sind; welche Unzahl neuer Verbindungen liefert nicht außerdem jeder neu entdeckte einfache Stoff, und wer möchte an der Entdeckung noch vieler zögern, wenn er sieht, wie alle Paar Jahre in so bekannten und längst fast auf alle mögliche Weise arbeiteten Materialien, wie das Seewasser, die sechshaltigen Kiese und der Galmei sind, neue Stoffe gefunden werden? Wieviel Theile der Pflanzen und Thiere bleiben endlich noch zu untersuchen übrig, welche noch so manche uns unbekannte organische Verbindung einschließen mögen!*

Glücklicherweise wächst mit der Masse der chemischen Thatsachen nicht in gleichem Maafse die Schwierigkeit ihres Studiums. Denn je vollständiger wir die chemischen Verhältnisse kennen lernen, um so mehr Gesetze und Analogien ergeben sich, die das Aneinanderreihen, Uebersetzen und Behalten der Thatsachen äußerst erleichtern, und durch das höhere Interesse, welches sie darbieten, den Eifer zur Besiegung der Schwierigkeiten vermehren. Wieviel ist nicht vorzüglich durch die stöchiometrischen Gesetze aufgeheilt und vereinfacht?

Dennoch ist jetzt die im vorliegenden Handbuch zusammengetragene Masse von solchem Umfange, daß sie dem ersten Anfänger, der nicht sehr viel Eifer und Fleiß auf deren Studium verwendet, abschreckend erscheint. Diese Ueberzeugung hat in mir den schon längst gehegten Plan zur Reife gebracht, ein viel kürzeres, etwa auch Realschulen angemessenes, Werk für solche erste Anfänger auszuarbeiten, welches dieselben mit den wichtigsten Puncten der Chemie vertraut machen, und zu dem einstigen Benutzen größser chemischer Werke, wie des vorliegenden, vorbereiten möge. Ich hoffe, daß bis zum Herbst dieses Jahres der unorganische Theil dieses Grundrisses beendet seyn wird. Dadurch wird zugleich Herrn Dr. KIRSTEN hierselbst, der sich, um ohne sonderliche Anstrengung auch ein Werk zu liefern, erlaubt hat,

*das meiste (zum Theil im Verhältnisse, als die Bogen desselben die Presse verließen und einzig meinen Zuhörern mitgetheilt wurden, und also, noch ehe sie Gegenstand des Buchhandels waren) einem grossen Theil nach abzuschreiben und einigen Unsinn hinzuzufügen, für die Zukunft diese Mühe erspart.*

*Die Beendigung des zweiten Bandes des vorliegenden Handbuchs wird wohl noch ein Jahr erfordern. Diesem wird in Zusätzen alles Wichtigere angehängt werden, was bis dorthin im ganzen Gebiete der theoretischen Chemie entdeckt seyn wird.*

*Heidelberg im Mai 1827.*

*Der Verfasser.*

---

## Uebersicht der in dem Werke vorkommenden Abkürzungen.

- J.* bedeutet: *Chemisches Journal von Dr. Lorenz Crell.*  
Leipz. 1781 - 1781. 6 Theile.
- N. K.* bedeutet: *Die neuesten Entdeckungen in der Chemie von Dr. Lorenz Crell.* Leipzig. 1781 - 1784. 12 Theile.
- Ann.* bedeutet: — *Chemische Annalen von Dr. Lorenz v. Crell.*  
Halle u. Leipz. 1781 - 1804. 40 Bände.
- Mag.* bedeutet: *Magazin für den neuesten Zustand der Natur-  
kunde von Joh. Heinr. Voigt.* Jena, Weimar. 1797 - 1806. 12 Bände.
- J. d. P.* bedeutet: *Journal der Physik von F. A. C. Gren.* Halle u.  
Leipz. 1790 - 1794. 8 Bände.
- N. J. d. P.* bedeutet: *Neues Journal der Physik von F. A. C. Gren.* Leipz.  
1795 - 97. 4 Bände.
- P.* bedeutet: *Annalen der Physik; herausgegeben von L. W. Gilbert.*  
Halle 1799 - 1811. 26 Bände.
- P. u. C.* bedeutet: *Annalen der Physik und Chemie von Poggendorff.* Leipz.  
1811 - 1816. 8 Bände. Wird fortgesetzt.
- J. d. C.* bedeutet: — *Allgemeines Journal der Chemie; herausgegeben  
von Dr. A. Nic. Scherer.* Leipz. 1799 - 1804. 10 Bände.
- N. B.* bedeutet: *Nordische Blätter für die Chemie von A. Nic.  
Scherer.* Halle. 1817. 1 Band.
- N. A.* bedeutet: *Allgemeine Nordische Annalen für die Chemie  
von A. Nic. Scherer.* Petersburg. 1819 - 1822. 8 Bände.
- N. J. d. C.* bedeutet: — *Neues allgemeines Journal der Chemie, herausge-  
geben von A. F. Gehlen.* Berlin. 1803 - 1805. 6 Bände.
- J. d. C. u. P.* bedeutet: — *Journal für die Chemie und Physik, herausgegeben  
von Dr. A. F. Gehlen.* Berlin; und bedeutet auch: *Journal für die  
Chemie, Physik und Mineralogie; herausgegeben von Dr. A. F.  
Gehlen.* Berlin. 1806 - 1810. 9 Bände.
- J. d. C. u. P.* bedeutet: *Journal für Chemie und Physik; herausgegeben von  
Dr. A. C. Schumacher.* Nürnberg; Halle. 1811 - 1817. 48 Bände.  
Wird fortgesetzt.
- J. d. P.* bedeutet: *Journal der Pharmacie von Joh. Barthol. Trommsdorff.*  
Leipz. 1791 - 1816. 25 Bände.
- N. J. d. P.* bedeutet: *Neues Journal der Pharmacie von Joh. Barthol. Tromms-  
dorff.* Leipz. 1817 - 1826. 13 Bände. Wird fortgesetzt.
- T. d. C.* bedeutet: *Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker.*  
Weimar. 1780 - 1816. 47 Bände. Wird fortgesetzt.
- J. d. A.* bedeutet: *Berlinisches Jahrbuch der Pharmacie.* Berlin. 1793  
1801. Wird fortgesetzt.
- R.* bedeutet: *Repertorium für die Pharmacie von Buchner (der erste  
von Gehlen).* Erlangen. 1815 - 27. 25 Bände. Wird fortgesetzt.
- A.* bedeutet: *Archiv des Apothekervereins im nordl. Deutschland  
Red. Brander.* 1821 - 27. 10 Bände. Wird fortgesetzt.
- P. d. P.* bedeutet: *Magazin der Pharmacie, zuerst von Hantz, jetzt  
herausgegeben.* Karlsruhe. 1821 - 27. 17 Bände. Wird  
fortgesetzt.
- A. d. A.* bedeutet: *Archiv für die gesammte Naturlehre von K. W.  
Agassiz.* Erlangen 1824 - 26. 9 Bände. Wird fortgesetzt.
- J. d. P.* bedeutet: *Journal de physique, de chimie, d'histoire naturelle  
des arts.* Par Rozier, *Halumetharis,* — *Ducrotay de Blain-  
ville.* Paris. 1771 - 1823. 96 Bände.



b. *Cohäsion*, oder Anziehung zwischen homogenen Körpern und nur in unmeßbar kleinen Entfernungen;

c. *Adhäsion*, oder Anziehung zwischen heterogenen Körpern, und nur in unmeßbar kleinen Entfernungen, deren Erfolg Bildung eines ungleichartigen Ganzen ist.

2. *Chemische Anziehungskraft, Affinität*, oder Anziehung zwischen heterogenen Körpern, und nur in unmeßbar kleinen Entfernungen, deren Erfolg Bildung eines gleichartigen Ganzen ist.

III. *Lebenskraft*, oder diejenige Kraft, welche die vorzüglichsten Veränderungen in den lebenden organischen Körpern hervorbringt.

Der Gegenstand der Chemie sind bloß diejenigen Veränderungen der Körper, welche durch die Affinität bewirkt werden. Da diese Veränderungen bestehen: 1. in Verbindungen ungleichartiger Materien zu einem gleichartigen Ganzen, und 2. in zuweilen damit verbundenen Abscheidungen ungleichartiger Stoffe aus gleichartigen Ganzen, so läßt sich die Chemie definiren als die Lehre von den Verbindungen ungleichartiger Körper zu gleichartigen Ganzen, und von den Abscheidungen ungleichartiger Stoffe aus gleichartigen Ganzen.

Dieser angegebene Umfang der Chemie wird noch durch Folgendes erweitert.

1. Durch eine kurze Betrachtung der Cohäsion und der Adhäsion.

2. Durch die Aufzählung sämtlicher physischer Eigenschaften der einfachen Stoffe und ihrer durch Affinität bewirkten Verbindungen, vorzüglich derjenigen, die nicht der Mineralogie angehören.

Verringert wird ihr Umfang dadurch, daß die Verhältnisse der unwägbaren Stoffe weniger ausführlich abgehandelt werden, da sie einen vorzüglichen Gegenstand der Physik ausmachen.

Die Chemie, als eine für sich bestehende Wissenschaft betrachtet, die das Ganze des chemischen Wissens umfaßt,

die chemischen Besonderheiten der verschiedenen eine Berücksichtigung einer außerhalb der Wissenschaft selbst liegenden Anwendung angiebt, führt den Namen *theoretischen, philosophischen Chemie*. Insofern einzelne derselben dienen, andere Wissenschaften aufzuheben, erhalten diese einzelnen Theile den Namen der *mineralogischen, physiologischen, medicinischen, ökonomischen Chemie u. s. w.*

Die Chemie ist nicht bloß eine *Wissenschaft*, sondern eine *Kunst*. Denn sie hat nicht bloß zu lehren, welche Verbindungen heterogener Körper zu homogenen und welche Trennungen letzterer möglich sind, sondern, welche Regeln man zu befolgen, welche mittel man anzuwenden habe, um diese chemischen Verbindungen und Trennungen hervorzubringen. Dieses ist die *praktische Chemie*. Ist der Zweck derselben die Vereinigung mehrerer Körper zu einem gemeinschaftlichen Ganzen, entspringt die *synthetische*; ist er die Erforschung der Bestandteile zusammengesetzter Körper ihrer Natur und Menge, so entspringt die *analytische Chemie*, von welcher die *Kunst oder Docimasie*, welche es mit der Erforschung schätzbarer Metalle in ihren verschiedenen Verbindungen zu thun hat, einen Theil ausmacht. Unter *angewandter Chemie* versteht man die Anleitung zur Darstellung der Gegenstände, deren wir im gemeinen Leben bedürfen, deren dieselbe auf chemischen Grundsätzen beruht. Sind die Gegenstände Arzneikörper, so ist dieses die *pharmaceutische*; betreffen sie die Künste und Gewerbe, die *technische*. Letztere zerfällt wieder nach den verschiedenen Stoffen, die sie bearbeitet, vorzüglich in folgende Zweige: *Metallurgie* oder *Metallchemie*; *Lithurgie* oder *Steinchemie*; *Verglasung* oder *Glaschemie*; *Phlogurgie*, Chemie der brennbaren Körper; *Halurgie* oder Chemie der Salze, Säuren und Alkalien; *Chromurgie* oder *Farbenchemie*; *Zymotechnie* oder *Gärungschemie u. s. w.*

## Geschichtlicher Ueberblick.

---

Keine Wissenschaft machte in den frühern Zeiten so lang und in den neuesten so rasche Fortschritte, wie die Chemie. Zum Ende des 17ten Jahrhunderts kannte man nur einzelne mische Thatsachen, wie sie zur Anstellung metallurgischer und derer technisch chemischer Arbeiten, oder zur Darstellung Arzneimittel nöthig waren, oder wie sie zufällig bei dem fruchtlosen Suchen der Alchemisten nach dem Stein der Weisen, nach Verwandlung u. s. w. entdeckt wurden. Die Aneinanderreihung dieser Thatsachen zu einem systematischen Ganzen gelang BECHER und STAHL am Ende des siebenzehnten, und vollendet LAVOISIER am Ende des achtzehnten Jahrhunderts.

Unter den ältern Völkern scheinen die Aegyptier die meisten chemischen Kenntnisse besessen zu haben. Sie bereiteten Soda, Natron, Kochsalz, Alaun, Glas, Schmelz, Ziegel, bemalte Töpferverschiedene Metalle und Metallgemische, Seife, Bier, Essig, verschiedene Arzneimittel, verschiedene Farben, kannten das Verfeinern der Seide durch Beizmittel dauerhaft zu färben und Leichname vor Verwesung zu bewahren. Die Kenntnisse der Aegyptier verbreiteten sich über andere Völkerschaften, besonders über die Juden und Griechen. Die Chineser, welche schon seit sehr langer Zeit die Bereitung des Schwefels, Salpeters, Schießpulvers, Boraxes, Alaun, Porcellans, Grünspan, Papiers, so wie die Färberei und die Darstellung verschiedener Metallgemische kennen, dieser Kenntnisse wegen als Abkömmlinge der Aegyptier zu betrachten, scheint je allzugewagt.

Die Griechen suchten die Geheimnisse der Natur weniger durch genaue Beobachtungen, als durch Speculationen aufzuhellen. Ungenügend zeugt die Aufstellung der 4 Elemente (Feuer, Luft, Wasser, Erde) durch ANAXIMANDER und andere griechische Philosophen von einer richtigen Auffassung der 4 Hauptzustände, in welchen sich die Materien darbieten. Weniger der Natur entsprechend ist die von ARISTOTELES und Andern angenommene Meinung, als die Materie identisch, und stelle sich nur wegen der verschiedenen Form ihrer kleinsten Theile verschieden dar.

Die Römer schöpften ihre chemischen Kenntnisse, so wie die übrigen, von den Griechen, ohne sie im Geringsten zu erweitern.

Mit der Völkerwanderung und dem Umsturze des Römischen Reichs trat Unterbrechung alles wissenschaftlichen Treibens in Europa ein.

Dagegen erhielten die Wissenschaften, und vorzüglich die Chemie, vom siebenten bis zum elften Jahrhundert bei den Arabern

che sich über Nordafrika und Spanien verbreitet hatten, Schutz und Pfllege. Ihre chemischen Untersuchungen waren vorzüglich auf die Bereitung von Arzneien und auf Umwandlung unedler Metalle in edle gerichtet. Sie suchten Substanzen, wie den Stein der Weisheit darzustellen, welcher dem unedlen Metalle seine Unvollkommenheiten, Krankheiten benehme, und es dadurch in ein edles verwandelt; sie glaubten, daß eine solche Substanz auch kranke Menschen gesund oder gar unsterblich machen müsse. Sie legten also den Grund zur *Alchemie*. GEBER, einer ihrer ersten Chemiker, lebte im achten Jahrhundert schon die Schwefelmilch, die Salpetersäure, das Königswasser, die Goldauflösung, den Silbersalpeter, das Quecksilbersublimat, das rothe Quecksilberoxyd, das Frischen der Glätte u. s. w. ALBUKASIS beschrieb am Ende des 12ten Jahrhunderts unsere heutige Brauntweinblase, so wie die Destillation des Essigs und des Weins. Die noch gebräuchlichen Wörter: *Alkohol*, *Aludel* u. s. w. stammen von den Arabern her.

Die Kreuzzüge dienten, die chemischen Kenntnisse und Anekdoten der Araber nach Europa überzuführen, wo, bei der mystischen Richtung jenes Zeitalters, besonders die Lehre von der Metamorphose ungewöhnlichen Eingang fand, und theils Alchemisten anlockte, welche eben so mühselige als fruchtlose Versuche anstellten, aus unedlen Metallen Gold zu erhalten, theils Betrüger, welche von der Leichtgläubigkeit Anderer Nutzen zogen. Dieses alchemistische Treiben dauerte in Europa vom 13ten bis zum 17ten Jahrhundert, und wenn es gleich seinen vorgesetzten Zweck nicht erreichen konnte, so diente es doch zur Auflindung einer Menge neuer Thatsachen, welche ohne diesen Durst nach Gold vielleicht noch länger verborgen geblieben wären. Zu den berühmteren Alchemisten gehören: ARNOLD DE VILLA NOVA im 13ten, RAIMUND LULLIUS im 14ten, BASILIUS VALENTINUS (der Entdecker vieler Ammonverbindungen, so wie des Ammoniaks) im 15ten, PARACELSUS (der erste öffentliche Lehrer der Chemie, welcher viele künstlich erzeugte starkwirkende Arzneien, besonders Quecksilberpräparate einführte) im 16ten, VAN HELMONT (welcher jedoch in geistreiche Ansichten darlegte, und zuerst verschiedene luftförmige Substanzen, unter dem Namen *Gas* von der eigentlichen Luft unterschied) und LIBAVIUS im 17ten Jahrhundert.

Dieser vorherrschenden alchemistischen Richtung ungeachtet, lebten in dieser Zeit mehrere Männer auf, welche theils auf wissenschaftliche Forschung drangen, wie ROGER BACON und ALBERTUS MAGNUS im dreizehnten Jahrhundert, theils die Täuschungen und Betrugereien der Alchemisten aufdeckten, wie KIRCHER, CONRARD, GUIBERT, GASSENDI und KEPLER, theils wissenschaftliche Werke lieferten, wie GEORG AGRICOLA (*de re metallica* 1536). JULIUS ELMER (*Aula subterranea* 1574) und mehrere Andere.

Gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts erhielt Chemie durch NEWTON's Untersuchungen über Anziehung und durch TORRICELLI's, GUERIKE's und BOYLE's Versuche eine luftleeren Raume eine vorher nicht geahnte Erweiterung. Um selbe Zeit wurden durch GLAUBER verschiedene Salze, BRANDT und KUNKEL der Phosphor, durch letzteren die Salpaphtha und verschiedene Glasflüsse, durch NIC. LEMIER-künstlichen Vulkane, durch HOMBERG die Boraxsäure und der Apophosphor entdeckt.

GEORG ERNST STAHL wurde ganz im Anfang des achtzehnten Jahrhunderts dadurch, daß er die schon von ALBERTUS MAGNUS und von BECHER ausgesprochene Ansicht über das Wesen des wichtigsten chemischen Processes, nämlich der Verbrennung, auf sämliche von ihm und Andern entdeckte chemische Thatsachen wandte, und sie so in ein zusammenhängendes Ganzes vereinigte, der Gründer des ersten Systems der Chemie, welches den Namen des *phlogistischen* erhielt, sofern STAHL in jedem brennbaren Körper ein und dasselbe Princip der Brennbarkeit, das *Phlogiston*, annahm, dessen Entweichen aus einem erhitzten brennbaren Körper die Erscheinungen der Verbrennung bewirke, und welche einem verbrannten Körper gefügt, denselben wieder brennbar mache. Von dieser Zeit an erhielt die Chemie eine wissenschaftliche Bearbeitung, und die Entdeckungen häuften sich immer mehr, so daß am Ende des achtzehnten Jahrhunderts eine Reform des Systems erforderlich machten.

GROFFROY d. Ä. lieferte 1718 die erste Verwandtschaftstabelle. BOERHAVE lieferte 1732 ein chemisches Werk, welches viele eigene Versuche über Licht, Wärme u. s. w. enthält. — ERSTEDT stellte 1724 viele Versuche mit Luft und luftartigen Körpern an. Diese gelangen noch viel besser 1756 BLACK, welcher zeigte, daß die aus gährenden Flüssigkeiten, und durch Säuren aus Kreide entwickelte Luftart von der atmosphärischen Luft verschieden sey, hierdurch auf die genauere Unterscheidung der luftartigen Körper aufmerksam machte. — MARGGRAF stellte zuerst 1754 — die Bittererde und Alaunerde als eigene Erden auf, da man früher nur die Kalk- und die Kieselerde unterschied; er stellte aus heimischen Gewächsen Zucker dar, und entdeckte im Harphosphorsäuren Salze. — SCHÖEER entdeckte von 1773 bis 1782 mit schwachen Mitteln das Chlor, die Flus-, Blau-, Schwefel-, Molybdän-, Arsenik-, Wein-, Citronen-, Aepfel-, Milch-, Gallus-Säure, den Baryt, zum Theil das Mangan, und das Kupfer, vor schon von PRIESTLEY entdeckte Sauerstoffgas, zeigte die Gegenwart der Phosphorsäure in den Knochen, und stellte schätzbare Untersuchungen über Licht, Wärme und Verbrennung an, die ihn auf eine neue Verbrennungstheorie leiteten. BERGMAN ver-



kommete die Affinitätslehre und stellte viele Versuche über Kohlensäure und andere Stoffe, so wie einige gelungnere Analysen an. LAVENDISH, welcher zuerst die Luftarten, statt in Blasen, über Wasser aufhing, unterschied zuerst das Wasserstoffgas, entdeckte die Bildung der Kohlensäure beim Verbrennen von Kohle, die Zusammensetzung des Wassers und der Salpetersäure (1765 — 85). PRIESTLEY, welcher die Luftarten auch über Quecksilber aufzuliegen anfang, entdeckte von 1770 an das Sauerstoffgas, oxydirte Stickgas, Kohlenoxydgas, Ammoniakgas, schwelligsaure Gas, salzsaure Gas und Fluorsiliciumgas, und beobachtete zuerst die Entwicklung des Sauerstoffgases aus grünen Pflanzentheilen.

ANTHONY LAVOISIER, dessen mit dem Jahr 1764 beginnender gelehrter Laufbahn 1794 durch ROBESPIERRE's Henkerbeil ein bedauerndes Ende gemacht wurde, sah nicht bloß die durch die neueren Entdeckungen hervorgehobenen Mängel der STRALLEN'schen Lehre ein, sondern benutzte auch diese neueren Entdeckungen, so wie eigene, mit einer bis dahin noch nicht gekannten Genauigkeit angestellte Versuche, um eine der phlogistischen Lehre entgegengesetzte *antiphlogistische* zu gründen, wie diese in einer unvollkommenen Gestalt 1630 von REY und 1670 von MAYOW, jedoch ohne Eingang zu finden, vorgetragen war. Die schon früher gemachte Erfahrung, daß brennbare Körper, wie Metalle, bei ihrem Verbrennen an Gewicht nicht ab-, sondern zunehmen (was man zum Theil aus einer Fixation der Feuertheilchen zu erklären suchte), setzte LAVOISIER in ein klareres Licht, indem er zeigte, daß diese Gewichtszunahme dem Gewichte des von den Körpern beim Verbrennen verschluckten Sauerstoffgases ganz gleich sey. Umgekehrt zeigte er, daß bei der Verwandlung eines verbrannten Körpers in einen brennbaren Gewichtsabnahme statt finde, des angeblich hinzutretenden Phlogistons ungeachtet. Er verwarf die Existenz des Phlogistons, und sah die Verbrennung als eine von Feuerentwicklung begleitete Verbindung eines brennbaren Körpers mit Sauerstoff an, und die Verwandlung eines verbrannten Körpers in einen brennbaren erklärte er aus der Abscheidung des Sauerstoffs. verdankt man noch die Entdeckung, daß Diamant Kohlenstoff, daß Kohlensäure eine Verbindung dieses Stoffs mit Sauerstoff, daß Wasser durch glühendes Eisen zersetzt wird, daß die Erhitzen des Wassers in gläsernen Gefäßen sich absetzende aus dem Glase herrührt, so wie viele scharfsinnige Untersuchungen über Wärme, Respiration, Transpiration u. s. w.

Von nun an machte die Chemie doppelte Fortschritte, theils durch den Eifer der Anhänger des neuen Lehrgebäudes, theils durch den Eifer seiner Gegner, welche, indem sie es durch neue Fortschritte umzustossen suchten, wesentlich zu seiner Befestigung und Vervollständigung beitrugen. BERTHOLLET, der Erste, welcher 1785

die neue Lehre ergriff, erwarb sich vorzügliche Verdienste um die Kenntniß des Chlors, und um die Affinitätslehre. FOURCROY unternahm, besonders in Verbindung mit VAUQUELIN, genauere Analysen organischer Substanzen und verschiedene andere Untersuchungen. Letzterer entdeckte bei seinen mannigfaltigen analytischen Arbeiten das Chrom, die Süßerde und viele Pflanzenstoffe. KLAPROTH, welchem die Analyse der Mineralien das Meiste verdankt, entdeckte die Zirkonerde, das Titan, Uran und Tellur. RICHTER gründete in seiner Stöchiometrie die Lehre von den bestimmten und einfachen Gewichtsverhältnissen, nach welchen sich die Materien vereinigen. PROUST erforschte vorzüglich genau die chemischen Verhältnisse mehrerer Metalle, und bekämpfte mit Erfolg BERTHOLLET's Affinitätslehre. SMITHSON TENNANT war der Erste, der aus der Kohlensäure die Kohle abschied; er entdeckte das Osmium und Iridium. WOLLASTON fand im Platin das Palladium und Rhodium.

Die von GALVANI entdeckte galvanische Electricität, welche VOLTA (der Entdecker eines der vorzüglichsten Eudiometer) durch Erbauung seiner Säule verstärken lehrte, gab dem Chemiker ein neues Zerlegungsmittel an die Hand, welches nicht nur diente, LAVOISIER's Lehre von der Zusammengesetztheit des Wassers zu bestätigen, sondern auch 1807, in den Händen des geistreichen DAVY, die bis dahin unzersetzbaren Alkalien und Erden in eigenthümliche Metalle und in Sauerstoff zu zerlegen. Außerdem förderte DAVY die Wissenschaft durch Untersuchung der galvanischen Electricität, der Flamme und der Chlorverbindungen. Gleichzeitig mit DAVY untersuchten GAY-LÜSSAC und THÉNARD die Metalle der Alkalien und die Chlorverbindungen, und stellten die ersten genauen Zerlegungen nicht verdampfbarer organischer Stoffe in ihre Elemente an. Ersterer erweiterte außerdem die Lehre von der Wärme, besonders von der Verdampfung, entdeckte die Verbindungen der elastischen Flüssigkeiten nach einfachen Maassverhältnissen, lehrte das Cyan kennen und erforschte am genauesten nach seinen chemischen Beziehungen das von COURTOIS entdeckte Iod.

Der höchste Grad von Genauigkeit bei der Untersuchung der Gewichtsverhältnisse, nach welchen sich die Materien vereinigen, leitete BERZELIUS auf die Bestätigung der beinahe in Vergessenheit gerathenen RICHTER'schen Ansichten. Durch vielfältige Arbeit fand er fast bei allen einfachen Stoffen das Gewicht auf, nach welchem sie sich mit andern vereinigen. Indem er KLAPROTH's Methoden in der Analyse der Mineralkörper noch weiter vervollkommetete, zerlegte er viele neue Fossilien, wobei er das Cerium, das Selen und zum Theil auch das Lithon als neue Stoffe auffand. Gleichzeitig mit ihm, doch weniger von Versuchen unterstützt, entwickelte auch DALTON die RICHTER'sche Lehre unter einem et-

aus verschiedenen Ausdrücke, so wie geistreiche Untersuchungen über die Wärme und vorzüglich über die Dampfbildung.

Je glänzender die Fortschritte der letzten Zeit sind, um so dunkler erscheinen noch immer gerade einige der wichtigsten Punkte der Chemie, und lassen ahnen, wie viele zu lösende Räthsel der Zukunft übrig bleiben. Das Wesen der Auflösung und der Krystallisation, das Wesen der überall wirksamen unwägbar Stoffe und so manches Andere ist noch in tiefes Dunkel gehüllt, und erst dann wird die Physiologie durch die Chemie das nöthige Licht erhalten, wenn die jetzt so unvollkommenen Analysen organischer Körper so genau angestellt werden können, wie die der Mineralkörper.

## C o h ä s i o n.

**Synonyme:** Cohäsionskraft, zusammenhäufende Verwandtschaft, Cohæσιο, Atractio aggregationis, Cohésion.

Diejenige Anziehungskraft, welche gleichartige Stoffe bei ihrer unmittelbaren Berührung gegen einander zeigen. Der Erfolg ihrer Wirkung ist Vereinigung einzelner homogener Körper zu einem Ganzen von derselben Natur. Dieses Product heißt *Aggregat*.

Diese Verbindung kann aufgehoben werden durch einen gewissen mechanischen Druck oder Stofs, welcher hinreicht, die Cohäsion zu überwältigen.

Die Stärke der Cohäsion ist verschieden je nach der Temperatur und je nach der Natur der Stoffe.

Eine allgemeine Regel ist, daß mit zunehmender Temperatur die Cohäsion desselben Körpers abnimmt. Eine erwärmte Flüssigkeit giebt kleinere Tropfen, als eine kalte; harte Körper werden in der Wärme im Allgemeinen weicher und selbst flüssig, wenn nicht besondere chemische Veränderungen beim Erwärmen eintreten.

Hinsichtlich der Natur der Stoffe haben wir dieselben in folgende 4 Classen abzutheilen. 1. *Unwägbare Materien*, wie Licht, Wärme, Electricität, Magnetismus. In ihnen herrscht offenbar die der Anziehungskraft entgegengesetzte Expansivkraft am meisten vor, und keine Erscheinung macht es uns wahrscheinlich, daß eine wechselseitige Anziehung zwischen ihren einzelnen Theilen oder Cohäsion statt finde. 2. *Wägbare elastische Flüssigkeiten*, nämlich Luftarten und Dämpfe. In ihnen ist die wägbare Materie durch die Verbindung mit Wärme in einen so elastischen Zustand ver-

setzt, daß vor der Hand alle in ihnen bemerkbaren Eigenschaften ohne die Annahme einer in ihnen wirkenden Cohäsion erklärt werden können, wenn nicht etwa FARADAY's Versuche (*Ann. Chim. Phys.* 5, 298) über das verschieden schnelle Hindurchströmen verschiedener elastischer Flüssigkeiten durch enge Röhren aus einer verschiedenen Cohäsion derselben zu erklären sind. 3. *Tropfbare Flüssigkeiten.* Sie sind als Verbindungen wägbarer Materien in kleineren Mengen von Wärme zu betrachten, durch welche zwar kein auffallendes Ausdehnungsbestreben hervorgebracht, aber die in festen Körpern eigene Cohäsion bedeutend vermindert ist. 4. *Flüssige Körper.* Bei ihnen zeigt sich die Cohäsion im höchsten Maasse.

### Cohäsion der tropfbaren Flüssigkeiten.

Diese zeigt sich durch die Tendenz zur Kugelform, indem das Streben aller einzelnen Theilchen einer liquiden Masse, sich wechselseitig so viel als möglich zu nähern, die Kugelform zum Resultate haben muß. Da jedoch auf die liquide Masse noch andere Kräfte, wie Schwere und Adhäsion einwirken, so kann die Kugelform nie vollkommen seyn. — Quecksilber auf Glas, Wasser auf Glas, welches mit Fett bestrichen und mit Hexenmehl bestreut ist.

Auch zeigt sich die Cohäsion der tropfbaren Flüssigkeiten dadurch, daß sie in gewissem Maasse der Schwerkraft widerstehen, wenn sie, um ihr zu gehorchen, sich in kleine Theile zertrennen müssen, sobald nicht zugleich eine der Cohäsion entgegenwirkende Adhäsion mit im Spiele ist. So läuft Quecksilber nicht durch Flor und Wasser nicht durch ein mit Fett und Hexenmehl überzogenes blechernes Sieb.

Die verschiedenen tropfbaren Flüssigkeiten zeigen eine verschiedenen große Cohäsion; sie steht ziemlich genau in geradem Verhältnisse mit ihrer Dichte.

### Cohäsion der festen Körper.

Sie äußert sich besonders auf dreierlei Weise.

1. In einem einzelnen Stück eines festen Körpers.

Die Cohäsion äußert sich hier durch den Widerstand, den sie jeder trennenden mechanischen Gewalt bis auf einen gewissen Grad leistet. Daher giebt die Gewalt, welche gerade nöthig ist, die Cohäsion eines Körpers aufzuheben, ein Maass für dieselbe ab. (Ueber den Zusammenhalt der Metalle s. MORVEAU in *Ann. Chim.* 71, 194).

2. Wenn abgesonderte Massen von gleicher Natur mit einander in genaue Berührung kommen.

Sind die Oberflächen ungleich, so sind die Berührungspuncte unmeßbar klein, und so ist auch die nur an ihnen sich zeigende Cohäsion unbemerklich. Berührt man sich aber beide in großen glatten Flächen, z. B. 2 gutgeschliffene Glasplatten oder Metallplatten, so sind die Berührungspuncte sehr vervielfältigt, und die Cohäsion ist deutlich wahrzunehmen. Berührt man sich beide Flächen in allen Puncten, so würden sie wohl in dieser Richtung einen so großen Zusammenhalt haben, wie in jeder andern.

3. Wenn die Körper aus einem flüssigen Zustande allmählig in den festen übergehen.

In diesem Falle vereinigen sich gewöhnlich die einzelnen Theile nach bestimmten Gesetzen zu geometrisch gebildeten Körpern, die sich durch glatte Flächen, durch bestimmte, bei derselben Materie und Form unveränderliche Winkel der Ecken und Kanten, und meistens durch leichtere Spaltbarkeit nach bestimmten Richtungen auszeichnen, und die so durchsichtig sind, als es die Natur der Materie, aus der sie bestehen, nur immer zuläßt.

Diese Aggregate heißen Krystalle, krystallisirte Körper, zum Gegensatz der unkrystallisirten, rohen Körper, *corpora amorphia*, und der Act dieser Aggregation heißt Krystallisation.

Die meisten Stoffe sind fähig, bei Erfüllung der erforderlichen Bedingungen zu krystallisiren, und sie lassen sich so oft von Neuem krystallisiren, als man immer will; andere sind unkrystallisirbar (*Gummi, Harze*).

Um die Krystallisation eines Stoffes zu bewirken, muß er zuerst in den tropfbar- oder elastisch-flüssigen Zustand versetzt werden. Dies geschieht entweder durch erhöhte Temperatur, wodurch der Körper geschmolzen (*Schwefel, Wismuth*) oder verdampft (*Salznäsk*) wird, oder dadurch, daß man den Stoff mit einem andern wägbaren in eine chemische Verbindung treten läßt, welche bei der gewöhnlichen oder bei einer etwas höhern Temperatur tropfbar- oder elastisch-flüssig ist. (*Salze in Wasser, Campher in Weingeist gelöst*). — Es müssen alsdann diejenigen Ursachen wieder hinweggeräumt werden, welche dem Körper die Flüssigkeit ertheilt haben. Dies geschieht durch Erkältung oder durch Lösung desjenigen wägbaren Stoffs, mit welchem der zu krystallisirende Körper eine flüssige Verbindung eingegangen hatte.

Die Krystalle erzeugen sich zuerst theils an der Oberfläche der Flüssigkeit, theils an den Wandungen der Gefäße (*Salze, aus der Lösung in Wasser krystallisirend, setzen sich schwieriger an gläsernen, als an porcellanenen, gar nicht an mit Fett überzogene Wandungen an*) und an fremden in der Flüssigkeit enthaltenen Körpern, eine größtentheils aus der von außen erfolgenden Erkältung, eine andern aus der Adhäsion der Krystalle gegen Luft und feste Körper



zu erklärende Erscheinung. Die Nähe zweier magnetischer Pole soll das Krystallisiren an bestimmten Orten veranlassen (LÜDICKE in *Gibb.* 68, 76.).

Die Krystalle zeigen, so weit man dies bemerken kann, bei ihrem ersten Entstehen dieselbe äussere Gestalt, wie später. Sie bilden sich um so grösser und regelmässiger aus, je langsamer die flüssigmachende Ursache hinweggenommen wird, und je ruhiger der Krystallisationsact vor sich gehen kann (Kandiszucker), während bei rascher Entfernung des flüssigmachenden Principis und bei Erschütterung kleine verworrene Krystalle entstehen (weisser Zucker). Um grosse regelmässige Krystalle zu erhalten, muss man nach LEBLANC (*Journ. Phys.* 55, 300) die heisse Auflösung eines Salzes in die Kälte stellen, von den gebildeten Krystallen die regelmässigsten aussuchen, und diese einzeln in eine nur schwach übersättigte Auflösung desselben Salzes bringen, mit der Vorsicht, die Krystalle täglich zu wenden, und sie von Zeit zu Zeit wieder in eine gesättigtere Auflösung zu bringen. Auch kann man sie immer in derselben Auflösung, unter öfterem Wenden, lassen, wenn man in ihren oberen Theil ein Stück des Salzes in einem Florbeutel oder Trichter aufhängt; dieses wird sich allmählig lösen, und die Krystalle auf dem Boden vergrössern.

Die Krystallisation, besonders die rasch erfolgende, ist häufig mit einer deutlichen Wärmeentwicklung verknüpft, selten auch mit Lichtentwicklung.

Krystallisirt der Körper aus einer tropfbaren Flüssigkeit, wie Wasser, heraus, so sieht man, wie von den sich auf dem Boden des Gefässes bildenden Krystallen Ströme von specifisch leichter gewordener Flüssigkeit, welche einen Theil des krystallisirbaren Körpers abgesetzt hat, in die Höhe steigen, um der noch beladenen Flüssigkeit Platz zu machen.

Ist aus der Auflösung einer festen Materie in einer flüssigen die erstere so weit heraus krystallisirt, als es die Umstände zulassen, so führt die übrigbleibende, meist noch etwas krystallisirbare Materie aufgelöst haltende Flüssigkeit den Namen der Mutterlauge. Von dieser Mutterlauge werden öfters, besonders bei rascherer Krystallisation, kleine, der Menge nach bei einerlei Materie sehr veränderliche, oft ganz fehlende Antheile als, vom Krystallisationswasser wohl zu unterscheidendes, Zerknisterungswasser in die Blättchen des krystallisirenden Körpers eingeschlossen (Kochsalz, Kalkspath), welche beim Erhitzen der Krystalle durch Bildung von Wasserdampf das Zerknistern oder Decrepitiren der Krystalle veranlassen \*).

---

\*) Besondere Anomalien bei der Krystallisation zeigen das Glaubersalz und einige andere Substanzen. Eine aus gleichviel Wasser und krystallisirtem Glaubersalz bereitete heisse Auflösung krystallisirt nicht beim langsamen, oder beim durch Eintauchen in kaltes Wasser bewirkten raschen Erkalten in einer ausgekochten Barometer-

So mannigfach die Formen der Krystalle sind, so lassen sie doch je nach dem Verhältnisse ihrer Theile untereinander auf

hören, nicht in einem luftleeren wohl verschlossenen Gefasse, nicht in einem offenen Gefasse mit einer Lage Terpenthinöl überschuttet, nicht in einem lufthaltenden wohl verschlossenen, oder auch nur mit einem losen Dinkel versehenen Gefasse, nicht in einem offenen Gefasse unter einer lufthaltigen mit Wasser gesperrten Glocke, nicht in ruhig stehenden offenen Flaschen, und nicht in einem Glaschen, welches sich in einer verstopften Flasche befindet, welche Luft, und um sie auszutrocknen, etwas Potasche enthält, wo Glaubersalz ausfällt und nicht einmal beim Herabspulen Krystallisation veranlaßt. Die Krystallisation einer also erkalteten Auflösung wird oft augenblicklich, oft nach kurzer Zeit bewirkt: 1) Durch Bewegung, wenn nämlich die Auflösung in einem offenen Gefasse erkaltet war. 2) Durch Zutritt der freien Luft, mittelst Oeffnens der Gefäße, wo die Krystallisation um so schneller eintritt, je weiter die Oeffnung, und wobei immer auch etwas Bewegung nöthig zu seyn scheint. Die Krystallisation fängt hier von oben an, da wo Auflösung, Gefäß und Luft miteinander in Berührung treten, und nur dann ein wenig unter der Oberfläche, wenn ein Staubchen beim Oeffnen hineinfiel. Bei einer im luftleeren Raume erkalteten Auflösung reicht auch schon ein Glaschen Luft, Wasserstoffgas, kohlen-saures Gas oder Sulpetergas hin, die Krystallisation zu bewirken. 3) Durch Berührung der Auflösung mit einem festen Körper (Glasstab, Feuerstein, Eisendrath, Glaubersalzkrystall, ein kleines in der Luft schwimmendes Staubchen). Diese Körper bewirken nicht die Krystallisation, wenn sie mit der heißen Auflösung erkalteten, dergleichen nicht (mit Ausnahme des Glaubersalzkrystalls), wenn sie auf oder erwärmt in die Auflösung gebracht werden. Die Krystallisation geht hier vom fremdartigen Körper aus. Wenn 51 krystallhartes Glaubersalz, in 49 warmen Wasser gelöst, und bis unter  $10^{\circ}\text{C}$ . abgekühlt, durch eines der genannten Mittel zum plötzlichen Krystallisiren gebracht wird, so schießen beinahe  $\frac{1}{2}$  des Glaubersalzes an, und hiermit erfolgt eine Temperaturerhöhung von  $13^{\circ}\text{C}$ . Diese leitet THOMSON von dem Uebergang flüssigen Wassers in festes Krystallwasser ab, womit die Berechnung ziemlich übereinstimmt. Die Angabe von THIENARD, daß nach dieser Krystallisation eine Mutterlauge bleibe, die nicht mehr bei der gegebenen Temperatur mit Salz gesättigt sey, scheint auf einem Irrthum zu beruhen; im Gegentheil fand THOMSON, daß die übrige Flüssigkeit, weil ihre Temperatur gestiegen ist, eine entsprechende Menge Glaubersalz gelöst behalt, von welchem noch ein großer Theil beim Erkalten auf den vorigen Punct von  $10^{\circ}$  anschießt. Ist die Glaubersalzlösung zu gesättigt, so schießt schon während dem langsamen Erkalten ein geringer Theil in sehr harten durchsichtigen Krystallen an, die nach Zitz weniger Krystallwasser enthalten, als die gewöhnlichen Glaubersalzkrystalle, und die, wenn man die übrige Auflösung durch die angeführten Mittel zum Krystallisiren bringt, in demselben Augenblick weiß und undurchsichtig werden und so bleiben.

Ähnliche Erscheinungen, jedoch in geringerem Grade, zeigen kohlensaures, phosphorsaures, boraxsaures und essigsaures Natron,

wenige Krystallsysteme zurückführen, und zwar nach WEISS (*Abhandl. der physik. Klasse der K. Akademie d. Wiss. zu Berlin* 1814 und 1815, S. 289) auf folgende:

salzsaurer Kalk, Bittersalz und salpetersaures Kupferoxyd, während Salmiak, schwefelsaures und salpetersaures Kali, Kochsalz, Baryt, Strontian, Alaun, salpetersaures Blei, Eisenvitriol und Kupfervitriol und Kleesäure, so wie die meisten übrigen Salze, aus einer in der Siedhitze des Wassers bereiteten Auflösung heraus krystallisiren, obgleich auch ihre Auflösungen bei einer geringen Temperaturveränderung ein wenig übersättigt bleiben können, bis Bewegung, oder ein Krystall das Anschieszen der überschüssigen Salzmenge veranlaßt. Löst man 24 krystallisirtes kohlensaures Natron in 100 warmen Wasser und kühlt die Lösung unter  $10^{\circ}$  C. ab, so erfolgt beim Oeffnen und Schütteln des Gefäßes sogleich Krystallisation, und die Temperatur steigt um  $8^{\circ}$  C. THOMSON. Eine stark abgedampfte Auflösung von essigsaurem Natron krystallisirte längere Zeit nicht bei  $10^{\circ}$  C.; als man sie jetzt in ein anderes Gefäß goß, so gestand sie nach einigen Secunden zu einer faserigen Masse, wobei ihre Temperatur von  $10^{\circ}$  C. auf  $52,5^{\circ}$  in die Höhe gieng. GM. Ein Gemisch von Salpeter und Schwefelsäure, einige Zeit erhitzt, gab eine klare Flüssigkeit, welche nach dem Erkalten erst beim Hineinwerfen eines Salpeterkrystals fest wurde, und zwar unter Wärmeentwicklung. GREE. Die Lösung des salzsauren Kalks in warmem Wasser bleibt in verschlossenen Gefäßen oft flüssig, und krystallisirt dann, ohne das Oeffnen nöthig wäre, beim Schütteln, unter besonders starker Wärmeentwicklung. COXE. Die warm bereitete Bittersalzlösung bleibt, auch in offenen Gefäßen, beim Erkalten oft flüssig und gibt dann beim Schütteln körnige Krystalle. COXE. In einer heiß bereiteten Auflösung von Salpeter und Glaubersalz bringt ein Salpeterkrystall bloß das Anschieszen von Salpeter, ein Glaubersalzkrystall bloß das Anschieszen von Glaubersalz zuwege, während aus der für sich gelassenen Auflösung beide Salze durcheinander krystallisiren. LOWITZ. In einem verschlossenen Glase geschmolzener Eisessig kann bis zu  $-12^{\circ}$  C. erkältet werden, ohne zu gestehen, während er sogleich gesteht, schon bei einer Temperatur von  $+10^{\circ}$  C., wenn das Gefäß geöffnet und bewegt wird, sogar, wenn die eindringende Luft wärmer ist, als der Eisessig. LOWITZ, GEIGER. Anisöl, in einem Gefäße erkältet, gesteht oft erst beim Schütteln, und dann augenblicklich. BUCHNER. — Man kann unter gewissen Umständen Wasser allmählig bis zu  $-6^{\circ}$  C. erkälten, ohne daß es zu Eis krystallisirt, in welchem Falle Schütteln oder ein Stück Eis sogleich die Krystallisation veranlaßt. Diese Erscheinungen erklärt BERTHOLLET (in *Statique chimique* 1, 32) und GAY-LÜSSAC aus einer Trägheit der kleinsten Theile, so wie THÉNARD annimmt, dieselben würden durch das Schütteln in eine andere Stellung gegen einander gebracht. (Allein Schütteln in verschlossenen Gefäßen bewirkt oft nicht die Krystallisation). Auf jeden Fall läßt sich annehmen, daß die Cohäsion eines Körpers sich oft erst auf eine mechanische Veranlassung hin in solchen Fällen äußert, in welchen die Cohäsion über andere Kräfte, z. B. über die Affinität des Körpers gegen Wärme oder gegen wägbare Auflösungsmittel das Uebergewicht erlangt hat. s. GAY-LÜSSAC und SCHWEIGER, in *Schw.* 9, 70; COXE,



Das Verhältniß der Theile läßt sich durch drei aufeinander rechte Linieardimensionen, Axen bestimmen.

1. Die drei Dimensionen sind sich gleich. *Reguläres, sphäroches, tessularisches Krystallsystem.*

a. Eine durch den Mittelpunkt der Krystalle beliebig gezogene gerade Linie hat nach beiden Richtungen hin gleich weit vom Punkt bis zur Peripherie. *Homosphäroedrisches System*, zu welchem der *Würfel*, das *regelmäßige Oktaeder*, das *Rhomboedraeder*, das *Trapezoeder*, der *Pyramidenwürfel*, das *Pyramidenoktaeder*, das *Pyramidendodekaeder* u. s. w. gehören (*Diamant*, *Granat*, fig. 1—10).

β. Eine nach gewissen Richtungen durch den Mittelpunkt gezogene Linie hat nach der einen Seite hin näher zur Peripherie, nach der andern. *Hemiphäroedrisches System.* Hierher gehört einerseits das durch Verschwinden von 4 Flächen des regulären Oktaeders entstehende *reguläre Tetraeder*, nebst dessen Abänderungen (*Feldspat*, fig. 11—14); andererseits das durch Verschwinden von 3 Flächen des Pyramidenwürfels entstehende *Pentagonaldodekaeder* und dessen Abänderungen (*Schwefelkies*, fig. 15, 16).

b. Nur 2 Axen sind sich gleich. *Viergliedriges oder quadratisches System*, zu welchem vorzüglich die gerade *quadratische Säule* und das *Quadrat-Oktaeder* gehören (*Zinnstein*, fig. 17—30).

c. Alle drei Axen sind ungleich.

a. Die Krystallgestalt ist ein rhombisches Oktaeder, oder läßt sich hieron angezwungen ableiten. *Zwei- und zweigliedriges System.* Hierzu das *rhombische* und das *Rectangulär-Oktaeder*, zweierlei *Ditetraeder*, die *gerade rhombische* und *rectanguläre Säule*, und mannigfache complicirtere Gestalten (*Schwefel*, *Salpeter*, fig. 31—66).

β. Die Hauptkrystallgestalt ist eine rhombische Säule, mit aufgesetzten Endflächen, und zwar so, daß die eine Diagonale der Endflächen senkrecht auf 2 Seitenkanten steht, die andere Diagonale schief auf die 2 andern Kanten. (Man kann diese Gestalt aus einem Ditetraeder ableiten, an welchem 3 parallele Flächen verschwunden sind.) *Zwei- und eingliedriges System.* (*Auriferer Borax*, *Gyps*; fig. 67—95). Eine Modification dieses Systems ist das *ein- und zweigliedrige System*.

γ. Die Hauptform ist eine rhomboidische Säule, deren Endflächen auf eine solche Weise schief aufgesetzt sind, daß ihre bei-

Thoms. Ann. 1, 380 und 6, 101; THÉNARD, in Schw. 15, 157; BILLY, in Schw. 15, 160; GAY-LUSSAC, in Ann. Chim. Phys. 11, 301; LOWILLY, in Crell Ann. 1790, 1, 209; GEIGER, in Schw. 15, 1; GREEN, in Gilb. 70, 320; THOMSON, in Phil. Ann. 3, 169; CHARRA in Rept. 15, 64.

den Diagonalen mit den Seitenkanten der Säule schiefe Winkeln. *Ein und eingliedriges System.* (Kupfervitriol; fig. 96—

B. Das Verhältniß der Krystalltheile ist bestimmbar durchnahme von 4 Lineardimensionen, von denen 3 unter sich  $g$  in einer Ebene befindliche und unter einander einen Winkel  $60^\circ$  machende gegen die vierte senkrecht gestellt sind.

a. Eine jede durch den Mittelpunkt gezogene Linie hat beiden Seiten hin gleich weit zur Peripherie. *Sechsgliedriges System*, welches die *doppelt sechsseitige Pyramide*, die *sech* und *zwölfseitige Säule* u. s. w. begreift. (Apatit; fig. 101—

b. Linien, in gewissen Richtungen gedacht, haben nach einer Seite hin näher zur Peripherie, als nach der andern. *Drei und dreigliedriges System.* Seine Hauptform ist das *Reder*, welches man sich aus der doppelt sechsseitigen Pyramide abwechselndes Verschwinden der Hälfte der Flächen gebildet denken kann. (Kalkspath, Zinnober; fig. 109—115).

Die Hauptformen dieser Systeme sind noch häufig durch stumpfungs-, Zuschärfungs-, Zuspitzungs-, Theilungs- und dungs-Flächen mannigfach verändert.

Viele, chemisch verschiedene, Materien haben einerlei Krystallform. Besonders kommen die Formen des regulären Systems sehr heterogenen Stoffen zugleich zu (Kochsalz und Bismut haben meistens die Gestalt des Würfels, Diamant, Salmiak und die des Oktaeders); gehören jedoch die Formen zweier heterogenen Krystalle einem andern als dem regulären System an, diese Formen immer, oder wenigstens meistens durch eine geringe Verschiedenheit der Winkel unterschieden. Dieser Unterschied der Winkel mancher Krystalle verliert durch die Entdeckung von MITSCHERLICH noch viel von seinem Werthe, welcher bei demselben Krystall bei verschiedener Temperatur WinkelgröÙe sich ein wenig ändert, indem sich nämlich der Krystall beim Erwärmen vorzüglich nach gewissen Richtungen ausdehnt, während er sich nach andern hin oft sogar zusammenzieht.

Einerlei Materie kann in vielerlei Formen krystallisiren (Kalkspath in mehreren 100), welche jedoch immer nur Krystallsysteme angehören können, und sich aus irgend einer Form dieses Systems entwickeln lassen. Auf diese Verschiedenheit der Krystallformen bei einerlei Materie haben nach BEUDANT (*Chim. Phys.* 8, 5) Temperatur, electricischer Zustand, Cohäsion und Umfang der Flüssigkeit, Gestalt und Materie der Container, Barometerstand und Hygrometerstand durchaus keinen Einfluß, wenn schon manche dieser Umstände auf die GröÙe, Reinheit und Festigkeit der Krystalle einwirken. Die Ursachen der Veränderung sind nach BEUDANT theils mechanisch, so die Auflösung mit zartpulverigem Bleivitriol gemengte Auflösung des Alau

Eisenvitriols in diesem Schlamme einzelne einfachere, mit we-  
 tern und matten Flächen versehene Krystalle absetzt, als wenn  
 solche Auflösung für sich krystallisirt wäre (auch hier ist übrige  
 chemische Einwirkung möglich); theils chemisch, sofern  
 B. der aus der Auflösung in reinem Wasser in Oktaedern kry-  
 stallisirende Salmiak bei Gegenwart von viel Harnstoff in Würfeln,  
 wenig Harnstoff oder Boraxsäure in Cubo-Oktaedern ausschiesst;  
 dergleichen das Kochsalz, statt in Würfeln, bei Harnstoff in Okta-  
 edern, bei Boraxsäure in Cubo-Oktaedern; dergleichen der Alaun,  
 in Oktaedern, bei Säureentziehung durch ein Alkali in Wür-  
 feln, bei Gegenwart von Salzsäure in Cubo-Ikosaedern, bei Borax  
 in Cubo-Okto-Dodekaedern; dergleichen der Eisenvitriol, statt in  
 Rhomboedern mit schwach abgestumpften Spitzen und Grund-  
 flächen, bei Zusatz von Kupfervitriol in einfachen Rhomboedern, bei  
 Vitriol in stark an den Spitzen abgestumpften Rhomboedern,  
 bei Borax oder Salzsäure in an allen Ecken und Kanten abge-  
 stumpften Rhomboedern u. s. w. In vielen dieser Fälle ist es er-  
 wiesen, in den übrigen höchst wahrscheinlich, dass mit der ver-  
 schiedenen Form auch eine, wenn auch oft nur wenig abweichende  
 Mischung der Krystalle gegeben ist.

Die Krystalle lassen sich meistens nach gewissen, in geraden  
 Ebenen liegenden Richtungen leichter trennen, spalten, als nach an-  
 deren, sie zeigen verschieden viele und deutliche und sich un-  
 ter verschiedenen Winkeln durchschneidende *Blätterdurchgänge*.  
 Diese verschieden leichte Trennbarkeit einer krystallinischen Masse  
 nach gewissen Richtungen zeigt sich nicht nur bei der mechani-  
 schen Einwirkung, sondern nach DANIELL (*Schw.* 19, 38) auch  
 bei der chemischen, sofern, wenn man mit krystallinischem Gefüge  
 versehene, aber äusserlich unförmliche Massen von verschiedenen  
 Körpern in eine auflösende Flüssigkeit bringt, die nicht zu rasch  
 wirkt, das unaufgelöst bleibende Stück theils nach der Richtung  
 der Blätterdurchgänge Reifen und Vertiefungen zeigt, theils eine  
 Hauptformen des Krystallsystems, zu welchem die Materie ge-  
 hört, ziemlich deutlich annimmt. Auch wenn man Stücke von Grau-  
 schmelz in bereits geschmolzenes Schwefelantimon bringt, und  
 Hälfte schmelzen lässt, so erscheint das Ungeschmolzene in ein-  
 zelnen Krystallen. FARADAY (*Schw.* 32, 481). Die deutlicheren  
 Blätterdurchgänge eines Körpers entsprechen meistens den Seiten-  
 flächen der einen oder andern Hauptform des Krystallsystems, dem  
 er angehört, die minder deutlichen andern, weniger wichtigen,  
 gehören desselben Systems. Bei einerlei Materie fehlt oft der eine  
 oder andere minder deutliche Blätterdurchgang; die bei derselben  
 bemerkenden machen jedoch immer genau denselben Winkel un-  
 ter einander, die äussere Gestalt sey, welche sie wolle. Verschie-  
 dene Stoffe können dieselben Blätterdurchgänge zeigen, wenn sie  
 regulären System angehören; findet dies aber nicht statt, so

zeigen sie, wenn auch oft nur leise, Unterschiede in den Richtungen ihrer Blätterdurchgänge. Die Zahl der Blätterdurchgänge trägt 1 bis 7 oder wohl noch mehr. Ein Krystall, den man nach seinen deutlichsten oder nach seinen sämtlichen Blätterdurchgängen zerspalten vorstellt, zerfällt in die sogenannten einfachen Massentheile, *Molecules integrantes*, deren Form reguläres oder irreguläres Tetraeder, eine reguläre oder irreguläre Säule, oder ein Parallelepipedum ist. Wenn die Flächen eines Krystalls mit seinen vorzüglichsten Blätterdurchgängen parallel laufen (sogenannte secundäre Krystallform), so kann man durch Spaltung nach letzteren an bestimmten Punkten die äußere Hülle, die sogenannte secundäre Masse, von dem in der Mitte befindlichen Krystallkern, *Nucleus* trennen, dessen Flächen den wichtigsten Blätterdurchgängen entsprechen. Dies wird von HAUY (*Traité de mineralogie* T. 4.) als die primitive Form angesehen, welche sich gleichsam zuerst gebildet hat, aus der die Flächen derselben seyen Lamellen aufgelagert, die entweder aus einfachen Massentheilen bestehen, oder aus Verbindungen derselben zu zusammengesetzten Massentheilen (*Molecules soustractives*), und die unter gewissen Gesetzen einer Verkürzung an den Kanten oder Ecken ausstatt findenden Abnahme der Lamellen die secundäre Form hervorgebracht haben. Doch ist dies bloß ein theoretischer Ausdruck, welcher von HAUY zu der Berechnung der Bildung der secundären Flächen angewandt ist, da sich findet, daß die Krystalle bei ihrer ersten Entstehung dieselbe Form zeigen, nach der vollständigen Ausbildung. Auch lassen sich nach Vermeidung ohne eine solche naturwidrige Hypothese aus dem bloßen Verhältnisse der Lineardimensionen eines Krystalls die Winkel seiner verschiedenen primitiven und secundären Flächen berechnen. — Mit den Atomistikern der Bau der Krystalle von der Form einfacher Massentheile abzuleiten, oder mit den Dynamikern der Ansicht auszugehen sey, jeder feste Körper unterscheide sich dadurch von einem flüssigen, daß die Cohäsion seiner Theile nach verschiedenen Richtungen hin eine ungleichförmige ist, ferner bei einem Krystall diese Richtungen sich nach geraden, parallelischen Linien durch die ganze Masse ausbreiten, ist eine so wichtige als schwierig zu beantwortende Frage.

---

## A d h ä s i o n.

Diejenige Anziehungskraft, welche nur in unmeßbar kleinen Abständen zwischen ungleichartigen Körpern statt findet, und welche den Erfolg der Vereinigung der Körper zu einem ungleichartigen *Gemenge* oder *mechanischen Gemische*, welches sich durch mechanische Kraft trennen läßt.

Man findet unter allen Materien, auch unter den unwägbareren, die Adhäsion, doch in verschiedenem Grade. — Ueber die Adhäsion der unwägbareren Stoffe an wägbare s. diese Materien. — Ueber die Adhäsion wägbarer Stoffe, welche gleich der Cohäsion durch Temperaturerhöhung geschwächt wird, einige Beispiele:

### Adhäsion der elastischen Flüssigkeiten untereinander.

Vereinigt man eine mit einer specifisch schwereren Luftart, z. B. kohlensaurer Luft, gefüllte Flasche durch eine 10 Zoll lange,  $\frac{1}{2}$  Zoll weite Röhre mit einer andern, welche eine specifisch leichtere, z. B. Wasserstoffluft, enthält, so daß sich letztere oben befindet, so finden wir, bei sorgfältig abgehaltener Erschütterung und Temperaturänderung, nach einigen Tagen beinahe eben so viel von der schwereren kohlensaurer Luft in der obern Flasche, wie in der untern. Nach einigen Wochen sind beide Luftarten fast vollkommen gleichförmig gemengt. Eben so verhalten sich alle übrigen elastischen Flüssigkeiten gegeneinander, wofern sie keine chemische Einwirkung auf einander ausüben, ohne daß es auf die chemische Natur der Flüssigkeiten ankommt, außer insofern, als die Mischung am schnellsten ist, wenn die leichter bewegliche Wasserstoffluft die eine der beiden Flüssigkeiten ist. Ganz auf dieselbe Weise werden auch die Dämpfe der verschiedenen Luftarten aufgenommen, in denen sie sich gleichförmig verbreiten. Die atmosphärische Luft ist ein Gemenge von Luftarten und Dampf. Hieraus erklärt sich, warum in porösen Behältern von Irdenzeug, Blase u. s. w. enthaltenen veralteten Luftarten mit den Gemengtheilen der äußern Luft verunreinigt werden.

Die Gemenge der elastischen Flüssigkeiten unterscheiden sich wesentlich von allen übrigen Gemengen, daß ihre heterogene Natur nicht durch die Augen erkannt werden kann, und daß sie das Licht ohne alle Trübung hindurch lassen. Beides erklärt sich wohl aus der größern Feinheit der elastischen Flüssigkeiten, woraus, daß die meisten derselben, schon vor ihrer Mischung, in ihren ursprünglichen Zuständen ihre heterogene Natur nicht offenbaren \*).

Die gleichförmige Verbreitung verschieden gewichtiger elastischer Flüssigkeiten durch einander ist noch vorzüglich auf folgende Weise erklärt worden:



## 2. Adhäsion der elastischen Flüssigkeiten an fester Körper.

Sie wird bemerkt beim Untertauchen von Holz und anderen Stoffen in Wasser, die sich mit Luftblasen bedeckt zeigen.

a. BERTHOLLET, MURRAY u. A. sehen dieselbe für eine chemische Verbindung an, die nur durch schwache Verwandtschaft hervorgebracht wird. Für ihre Meinung spricht die Durchdringbarkeit der Verbindung und die Unmöglichkeit, dieselbe durch mechanische Mittel zu trennen; gegen dieselbe: a) daß bei der Verbindung keine Temperatur- und Raumveränderung statt findet, wie bei allen chemischen Verbindungen; b) daß alle elastischen Flüssigkeiten gegen alle übrige sich ungefähr gleich verhalten, ohne daß die chemische Natur irgend einen Einfluß hierauf hätte; c) daß man annehmen müßte, zwei Stoffe, ganz in demselben Verhältniß verbunden, könnten zweierlei verschieden innige Verbindungen bilden, z. B. ein Gemenge aus Wasserstoffluft und Sauerstoffluft — Wasser; ein Gemenge aus Stickluft und Sauerstoffluft — Salpetersäure u. s. w. d) Nach BIOT u. ARAGO zeigt ein Gemenge von 2 Luftarten dieselbe lichtbrechende Kraft, wie sich bei der Rechnung als das Mittel des lichtbrechenden Vermögens der beiden einzelnen Luftarten ergibt; während die lichtbrechende Kraft einer chemischen Verbindung zweier Luftarten, z. B. der Wasser- und Stickluft zu Ammoniakluft, vom Mittel abweicht.

b. Nach DALTON ist in den elastischen Flüssigkeiten jedes Theil der wägbaren Materie mit einer Sphäre von Wärme umgeben, eine elastische Flüssigkeit ist demnach als ein Aggregat von Wärmesphären zu betrachten, in deren Mittelpunkt sich das wägbare Atom befindet. Nach seiner frühern Annahme zeigen nur die Theilchen derselben elastischen Flüssigkeit Repulsion gegen einander, während sie für jede andere elastische Flüssigkeit als nicht existirend angesehen werden können. Daher wäre, abgesehen von der wägbaren Materie, die jedoch nur den kleinsten Raum einnehmen, eine elastische Flüssigkeit im Verhältniß zur andern ein leerer Raum anzusehen, daher sie sich schnell durchdringen müssen. Hiergegen spricht: a) daß der Erfahrung zufolge die Durchdringung bei enger Verbindungsröhre mehrere Tage erfordert, da sie der Hypothese zufolge in einem Augenblick vollendet werden müßte; b) daß sich nach dieser Hypothese häufig die Theilchen der beiden Flüssigkeiten unmittelbar berühren und also auch, wenn sie Affinität gegen einander zeigen, verbinden müßten, was bei den meisten elastischen Flüssigkeiten keineswegs statt hat.

c. Daher nimmt DALTON jetzt an, daß sich die Kugeln der verschiedenen Luftarten und Dämpfe allerdings abstossen. Er erklärt ihre Mengung aus der ungleichen GröÙe ihrer Kugeln, daher bei längerer Berührung so lange eine Ungleichheit im Druck auf die verschiedenen Kugeln und eine Bewegung entsteht, bis sie gleichförmig gemengt seyen. — Berechnet man jedoch die GröÙe der Kugeln nach seiner Hypothese, aber nach genauern Versuchen, so findet man, daß sämmtliche elastischen Flüssigkeiten aus Kugeln bestehen, deren Durchmesser entweder 1256 (hydriodsaure und salzsaure Salpeterluft, Ammoniakluft), — oder 1000, (Wasserstoffluft,

in ein Glasgefäß mit Quecksilber, so bleibt an der Wandung des Gefäßes eine so dünne Lage von Luft hängen, daß sie nicht bemerklich ist, sich jedoch beim Erhitzen in Blasen entwickelt. BEL-  
LAMY (Brugn. Giorn. 16, 20).

### 3. Adhäsion tropfbarer Flüssigkeiten untereinander.

Das Ausbreiten des Wassers über die Oberfläche des Quecksilbers ist größtentheils hieraus zu erklären. Ist der eine flüssige Körper nur theilweise durch den andern vertheilt, so entsteht eine trübe, oft uneharige Flüssigkeit, *Suspension*, aus welcher sich die beiden Körper nur langsam, ihrem verschiedenen specifischen Gewichte folgend, scheiden. (Ein mit flüchtigem Oel überladenes de-aerirtes Wasser).

### 4. Adhäsion zwischen tropfbaren Flüssigkeiten und festen Körpern.

Man bemerkt sie auf dreierlei Weise:

a. Bringt man eine Platte eines festen Körpers auf die Oberfläche einer Flüssigkeit, so kostet es eine gewisse, durch Gewichte bestimmte Kraft, beide wieder zu trennen. Solche Versuche sind von GUYTON MORVEAU in der *Encyclopédie methodique Paris 1786* beschrieben. (Eine complicirte Wirkung von Cohäsion und Adhäsion ist das Zusammenhalten zweier Platten, zwischen die man eine Lage Wasser oder Oel gebracht hat.)

b. Die flüssigen Körper hängen sich, ihrer Schwere und Cohäsion entgegenwirkend, an die festen Körper an, und steigen an ihnen hinauf. Concaver Stand des Wassers im Glase; Schreiben; Haarröhrchenanziehung; Flietspapier; Veraische Maschine. Der Höhe des Aufsteigens läßt sich ebenfalls die Adhäsion messen.

c. Wird durch eine mechanische oder chemische Kraft ein Körper in fein vertheilter Gestalt durch eine Flüssigkeit zertheilt, so entsteht wieder eine *Suspension*, aus welcher sich die kleinen Körper, durch die Adhäsion gegen den flüssigen zurückgehalten, oft nur langsam absondert. — Auf der Absonderung des festen Körpers von der Flüssigkeit a) durch ruhiges Hinstell-beruht das *Subsidiere* und *Decanthieren*; b) durch Ver-

sehrte Luft, Kohlenoxydluft, Chlorluft, Stickluft, Wasserdampf, Aetherdampf u. s. w.), oder 794 (Sauerstoffluft, ölerzeugende Luft) beträgt. Diejenigen Flüssigkeiten, welche gleich große Kapillarität haben, mußten sich daher nicht mehren, was aber der Erfahrung widerspricht.

einigung vermittelt eines dritten Körpers zu größern nicht mehr suspendirbaren Massen, das *Clarificiren* oder *Schönen*, c) durch Hindurchgiessen der Suspension durch einen feinklöcherigen Körper, der etwa noch Adhäsion gegen die suspendirte Materie zeigt, das *Durchsiehen* oder *Filtriren*.

## 5. Adhäsion der festen Körper untereinander.

- a. Feiner Staub adhärirt an verticalen und umgekehrten Flächen.
  - b. Zwei sehr glattgeschliffene heterogene Körper hängen mit einer gewissen Kraft zusammen.
  - c. Am stärksten äußert sich die Adhäsion, wenn man den einen Körper erst flüssig macht, wodurch er fähig wird, sich der Oberfläche des andern vollständig anzupassen, und wenn man ihn dann wieder in den festen Zustand überführt. — Hierauf beruht das Leimen, Kleistern, Löthen, Spiegelmachen, die Anwendung des Mörtels u. s. w.
-



E r s t e r T h e i l.

A l l g e m e i n e C h e m i e ,

o d e r

Lehre von der Affinität im Allgemeinen.

---

- WENZEL Lehre von der Verwandtschaft. Dresden 1777.
- BERGMAN de attractionibus electivis. Opusc. 3, 291.
- GUYTON DE MORVEAU Artikel Affinité in der Encyclopédie méthodique. Chimie, Pharmacie et Metallurgie. Paris, 1786. Tom. 1. p. 535.
- J. B. RICHTER Anfangsgründe der Stochiometrie. Breslau und Hirschberg, 1792.
- BEATHOLLET Recherches sur les lois de l'affinité. Paris, 1801. Uebers. von FISCHER.
- Essai de statique chimique. Par. 1803. Uebers. von FISCHER.
- SCHNABEST Untersuchung der Verwandtschaft u. s. w. Erfurt 1803.
- LENA Theorie der Flüssigkeit und Festigkeit u. s. w. Gilb. 47, 1.
- GAUSSAC über die Verbindungen gasförmiger Körper. Gilb. 36, 6, im Ausz. N. Gehl. 9, 203.
- DALTON neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft, Uebers. von WOLFF. Berlin, 1812. 1, 232.
- Thoms. Ann. 3, 174, auch Schw. 14, 462.
- BERZELIUS Versuch, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der anorganischen Natur miteinander verbunden sind. Gilb. 37, 249 u. 415; 38, 161; 40, 162 u. 235.
- on the cause of chemical proportions. Thoms. Ann. 2, 443; 3, 51, 93, 244 u. 353; auch Schw. 11, 419; 13, 240; 14, 446; 15, 277; 21, 307; 22, 51 u. 317.
- weitere Versuche zur Bestimmung des chemischen Gewichts der einfachen Stoffe. Schw. 23, 98, 129 u. 277; auch Ann. Chim. Phys. 11, 58, 113 u. 225.
- suite des expériences pour déterminer la composition etc. Ann. Chim. Phys. 17, 5.
- examen de quelques composés, qui dependent d'affinités très faibles. Ann. Chim. Phys. 14, 363, auch N. Tr. 5, 2, 254.

- BERZELIUS** und **LÖWENHIELM** Verzeichniß sämtlicher Gehalte bekannter chemischer Verbindungen. Schw. 27, 113.
- über die chemischen Proportionen und die chemischen Wirkungen der Electricität, nebst Tabellen über die Atomgewichte u. s. w. übers. von **BLÖCKE**. Dresd. 1820.
- THOMSON** on the Daltonian theory of definite proportions etc. Thoms. Ann. 2, 32, 109, 167 u. 293; 3, 134 u. 375; 4, 11 u. 83; 5, 184. Ferner ebendas. 7, 343; 12, 338 u. 436; 16, 161 u. 327, und Phil. Ann. 1, 3 u. 2, 120.
- PROUT** on the relation between the specific gravities of bodies etc. Thoms. Ann. 6, 321.
- MEINECKE** chemische Meßkunst. 2 B. Halle u. Leipz. 1815.
- über die Dichtigkeit der elastisch-flüssigen Körper im Verhältniß zu ihren stöchiometrischen Werthen. Schw. 22, 137.
- BISCHOF** Lehrb. der Stöchiometrie. Erl. 1819.
- BEHNHARDI** über Krystallogenie u. s. w. N. Gehl. 8, 360. — Schw. 32, 1. — Schw. 37, 387. — N. Tr. 7, 2, 40 u. 9, 23.
- BEUDANT** über das Verhältniß zwischen Krystallform und chemischer Zusammensetzung. Ann. Chim. Phys. 4, 72; auch Schw. 19, 403. Ferner Ann. Chim. Phys. 7, 399; auch Schw. 24, 110.
- sur les causes qui peuvent varier les formes crystallines etc. Ann. Chim. Phys. 8, 5; und 14, 326.
- WOLLASTON** über **BEUDANT**'s erstgenannte Abhandlung. Thoms. Ann. 4, 283; auch Schw. 24, 102.
- MITSCHEHLICH** sur la relation qui existe entre la forme crystalline et les proportions chimiques. Ann. Chim. Phys. 14, 172; 19, 359 u. 24, 264 u. 355.
- HAUY** Reflexions sur le Memoire de M. **MITSCHEHLICH**. Ann. Chim. Phys. 14, 305.
- MARX** über Verhältniß der Mischung zur Form. Kastn. Arch. 2, 18.

**Synonyme:** Chemische Kraft, Verwandtschaft, Wahlverwandtschaft, Wahlanziehung, Affinitas, Attractio electiva, Affinité:

**Geschichte.** Die Ursachen der chemischen Verbindung zweier Stoffe suchte man ehemals mit **HIPPOKRATES** aus dem Grundsatze zu erklären, daß sich Gleiches zu Gleichem geselle; daher das Wort Affinität, Verwandtschaft, welches zuerst von **BARCHEMUS** gebraucht worden zu seyn scheint. **BECHER** setzte demgemäß voraus, daß wenn sich 2 Materien vereinigen könnten, in beiden ein gemeinschaftliches Princip enthalten sey. Andere, wie **LEMERY** nahmen an, die Auflösungsmittel haben verschieden feine Spitzen vermöge welcher sie mehr oder weniger geneigt seyen, in die Poren anderer Körper zu dringen und sich damit zu verschränken. Nach **STAHL**'s Ansicht erfolgt eine jede chemische Verbindung vermöge einer innigen Nebeneinanderlagerung, und zwar nicht nach Art eines Keils. **NEWTON** war der Erste, welcher die chemische Verbindung auf die allgemeine Attraction zurückführte, wobei er jedoch selbst zum Theil annahm, daß diese Attraction der kleinsten Theile von der der Weltkörper verschieden sey. **GEORGE** d. Aeltere warf 1718 die erste Verwandtschaftstafel; welche dann von **GAL-**

WENZEL, BERGMAN und GUYTON-MORVEAU erweitert richtig wurde. Schon die ältern Chemiker, wie WENZEL, AN, KIRWAN, nahmen an, daß viele Verbindungen nur nach ten Verhältnissen erfolgen, und sie suchten diese zu bestimmen. Diese Ansicht wurde durch RICHTER, PROUST, GAY-LUSSAC und BERZELIUS befestigt und zu der *Stöchiometrie*, ihre von den festen Proportionen, erweitert.

Die in der Natur vorkommende oder künstlich darge-

Materien sind entweder einfache oder zusammenge-

Für einfach müssen wir vor der Hand alle die halten, welche wir durch kein Mittel auf eine solche Weise zerlegen können, daß die geschiedenen Theile untereinander gleichartig erscheinen. Die zusammengesetzten Materien

lassen sich in ungleichartige Theile scheiden; und entweder mechanisch oder chemisch zusammengesetzt; mechanisch, wenn sich in ihnen die ungleich-

Theile, aus denen sie bestehen, mit den Sinnen zerlegen lassen \*); chemisch, wenn dieses nicht der Fall ist. Viele von diesen chemischen Verbindungen lassen sich zerlegen, wenn man unter den gehörigen Umständen die unzerlegbaren Körper zusammenbringt. Die Kraft, vermöge der dieselben zu einem gleichartigen Ganzen vereinigt sind, oder vereinigt sind, ist die Affinität. Der Act einer Affinitätsäußerung ist der *chemische Proceß*; und dabei die neue Verbindung flüssig ist, die *Auflösung*. Eine zerlegte Verbindung heißt *chemische Verbindung*, zum Gegensatz der mechanischen, *Gemisch* oder *Mischung*, zum Gegensatz von Gemeng; auch heißt eine flüssige chemische Verbindung *Auflösung*. Die in einer chemischen Verbindung enthaltenen ungleichartigen Körper sind ihre *Bestandtheile*.

### I. Verbreitung der Affinität.

Unter der großen Zahl der bis jetzt bekannten unzerlegbaren Stoffe giebt es keinen einzigen, welcher nicht Af-

---

Nur die Gasmenge, welchen aber die übrigen Charaktere einer chemischen Verbindung fehlen, lassen ihre ungleichartigen Bestandtheile nicht erkennen; vergl. S. 19.

ffinität gegen mehrere andere zeigte. Ob jedoch jeder einfache Stoff zu jedem andern Affinität habe, ist sehr zu bezweifeln; wenigstens lassen sich durchaus nicht alle chemisch mit einander vereinigen, was allerdings auch in manchen Fällen aus dem Vorwalten anderer Naturkräfte erklärt werden muß. Die Verbindungen zweier oder mehrerer einfacher Stoffe sind meistens fähig, wiederum Verbindungen mit andern Stoffen einzugehen, und zwar viel seltner mit einfachen, als mit zusammengesetzten. Die auf diese Weise entstehenden Zusammensetzungen sind oft wieder mit andern zusammengesetzten Stoffen verbindbar.

Ein Beispiel von der Unverbindbarkeit von 4 Flüssigkeiten liefern die sogenannten 4 Elemente (Quecksilber, wässriges kohlensaures Kali, wässriger Weingeist und Steinöl). Den Fall, wo sich 2 oder mehrere Stoffe vereinigen, ohne daß dabei Aufhebung einer vorher bestehenden Verbindung erfolgt, nannten die ältern Chemiker *zusammensetzende* oder *mischende Verwandtschaft*, *Affinitas compositionis s. mixtionis*, *Affinité de composition*. Zeigt sich mit dem Stoff a ein Stoff b verbindbar, und ein Stoff c nicht; wird aber c mit a dadurch verbindbar, daß es sich zuvor mit b vereinigt, so nannten die ältern Chemiker diesen Fall die *aneignende* oder *vermittelnde Verwandtschaft*, *Affinitas approximans*, *appropriata* oder *adjuta*, *Affinité d'intermede*, sofern durch die Vermittelung von b der Stoff c mit dem Stoff a verbindbar gemacht wird. (So wird die Alaunerde durch ihre Verbindung mit Schwefelsäure im Wasser löslich.). Ist weder b, noch c für sich mit a verbindbar, dagegen wohl die Verbindung bc, so ist dieses die *neuerzeugte Verwandtschaft*, *Affinitas producta*, weil durch die Verbindung der 2 Stoffe b und c eine Affinität hervorgerufen wird, welche nicht den einzelnen Materien zukommt. (Stickstoff und Kohlenstoff, welche für sich nicht mit Kalium verbindbar sind, gehen gemeinschaftlich, als Cyan, eine Verbindung mit ihm ein.)

## II. Bildung chemischer Verbindungen.

### 1. Bedingungen, unter welchen die chemische Verbindung erfolgt.

A. Die zu verbindenden Stoffe müssen in unmittelbarer Berührung mit einander kommen.

B. Ihre wechselseitige Affinität muss die der Vereinigung entgegenwirkenden Kräfte überwiegen. Durch Erwärmung mit

Die Cohäsion der sich verbindenden Körper; ist einer der mit Wärme zu einer elastischen Flüssigkeit verbunden, so daß durch Erkältung und verstärkten äußern Druck das Band zwischen dem und Wärme zu schwachen, und ihn dadurch leichter zum festen oder flüssigen Körper verbindbar zu machen.

Außerdem müssen die Stoffe häufig in besondere Lage versetzt werden, in welchen erst die wechselseitige Verbindung möglich wird. Hierüber ist Folgendes bekannt:

a. Zwei feste Körper vereinigen sich nur sehr selten, Zweifel wegen der unvollkommenen Berührung bei der Beweglichkeit ihrer einzelnen Theile, welche bald durch sich vielleicht oberflächlich erzeugende und zwischenliegende neue Verbindung getrennt werden. Daher die alte: *Corpora non agunt nisi fluida*. Den flüssigen Stoff man das *Auflösungsmittel*, *Menstruum*, den festen den *auflösenden* oder *aufgelösten* Körper, das *Solvens* oder das *Solvent*, wiewohl man beide Stoffe als gleich thätig anzusehen kann.

Beispiele machen: Eis, welches sich unter  $0^{\circ}$  mit vielen Salzen flüssigkeiten vereinigt; — krystallisirte Kleesäure, die bei solcher Temperatur mit Kalk vereinbar ist; — das Durchgehen des rothglühenden, also freilich schon etwas erweichten Eisens mit Kohlenstoff bei der Stahlbereitung; — und die Zersetzung des salmias durch Kalk bei der gewöhnlichen, des Kochsalzes durch schwefelsaures Quecksilberoxyd bei höherer Temperatur.

b. Selbst, wenn der eine Stoff flüssig ist, oder sogar, beide flüssig sind, so erfolgt die Verbindung oft doch erst bei einer gewissen höhern Temperatur.

Beispiel: Eisen und Quecksilber vereinigen sich mit Schwefel erst weit über dem Schmelzpunkte des letzteren, obgleich der Schwefel bei dieser höhern Temperatur dickflüssiger, also gerade cohärenter Sauerstoffgas und Wasserstoffgas; Sauerstoffgas und Kohle.

c. Manche Stoffe, die durch Glühhitze vereinigbar sind, werden es auch durch Sonnenlicht. Chlorgas und Wasserstoffgas Kohlenoxydgas.

d. Die Verbindung mehrerer mit Wärme zu Luftarten verwandener Stoffe unter einander, die sonst erst in der Glühhitze erfolgen würde, wird auch bei gewöhnlicher oder weicherer Temperatur durch das Hinzubringen von Platin

und einigen andern Metallen veranlaßt, besonders wenn sie eine große Oberfläche darbieten. Wasserstoffgas und Sauerstoffgas.

e. Manche elastisch-flüssige Körper lassen sich auch durch Temperaturerhöhung, Licht oder Platin nicht vereinigen, sondern bloß durch das Hindurchschlagen electrischer Funken. Sauerstoffgas und Stickgas. Oder es muß die eine Luft in Berührung treten mit dem andern Körper in dem Augenblicke, wo sich dieser aus einer festen oder tropfbarflüssigen Verbindung entwickeln will, und noch nicht die Luftform angenommen hat. Sauerstoffgas und Stickgas; Stickgas und Wasserstoffgas; Sauerstoffgas und Iod.

f. In mehreren Fällen scheinen Materien, welche große Affinität gegen einen Bestandtheil einer Luft haben, auf keine Weise auf dieselbe einwirken zu können. Wasserstoffgas und Schwefel sollen bei keiner Temperatur das aus Stickstoff und Sauerstoff bestehende Salpetergas zersetzen, wenn schon die Affinität des Wasserstoffs und Schwefels zum Sauerstoff bei weitem größer ist, als die des Stickstoffs.

Alle diese Thatsachen ermangeln noch einer genügenden Erklärung. Letztere beruhen ohne Zweifel auf der eigenthümlichen Constitution der Gase. Sieht man sie mit den Atomistikern aus Wärmesphären bestehend an, in welche die einzelnen Atome wägbarer Materien eingehüllt sind, so wird es einigermaßen erklärlich, warum sich die in den Wärmesphären eingeschlossenen Atome nur unter gewissen Umständen mit andern Materien vereinigen; nämlich unter solchen, wobei die Atome aus ihrer Hülle heraustreten und mit der andern Materie in unmittelbare Berührung treten können. So könnte Erhitzung eine Erschütterung im Luftgemisch veranlassen, welche die heterogenen Atome gegen einander treibt, so daß sie in die wechselseitige Anziehung kommen; so könnte ein durchschlagender electrischer Funke durch rasche Compression eine ähnliche Wirkung hervorbringen; und endlich könnten die Metalle vermöge der Adhäsion einen Theil der luftförmigen Körper auf ihrer Oberfläche in einem Zustande binden, in welchem sie, von ihren Wärmesphären befreit, sich wechselseitig zu berühren und zu verbinden vermöchten.

### *2. Umstände und Erfolge der chemischen Verbindung.*

#### *A. Bei der Verbindung einer unwägbaren Materie mit einer wägbaren.*

a. Die Verbindung erfolgt bei denselben Stoffen desto schneller, je mehr Berührungspuncte vorhanden sind, und in



größerer Intensität der unwägbare Stoff angewendet wird.

Die Zeit, in welcher die Vereinigung bei verschiedenen Stoffen erfolgt, wird wahrscheinlich bestimmt durch die verschiedenen großen Affinität.

b. Die Eigenschaften der Verbindung sind abweichend von denen der Bestandtheile; das Licht verliert in ihnen seine beleuchtende, die Wärme ihre wärmende Kraft. Der wägbare Stoff nimmt gewöhnlich durch seine Vereinigung mit dem wägbaren an Dichtigkeit ab (eine Ausnahme macht das Eis bei seiner Verwandlung in Wasser) und ändert häufig seinen Aggregationszustand; oft auch Farbe und andere sinnliche Eigenschaften.

*B. Bei der Verbindung wägbarer Stoffe untereinander.*

a. Die Zeit, in welcher die Verbindung erfolgt, ist bei gleichen Stoffen um so kürzer, je geringer die Menge; — je mehr der etwa vorhandene feste Körper zerkleinert ist, wodurch die Berührungspunkte vermehrt werden; — je fleißiger man die Stoffe miteinander bewegt, wodurch die sich hindernde neue Verbindung bei Seite geschafft wird; je höher die Temperatur ist (bei festen und tropfbarflüssigen Substanzen, die nicht leicht in Dampfzustand übergehen), sofern die Temperatur die Cohäsion der Körper vermindert und noch auf andere Weise die Affinitätsäußerung befördert; — je niedriger die Temperatur und je stärker der äußere Druck ist (bei der Verbindung der Luftarten mit gasförmigen festen und tropfbarflüssigen Materien). — Bei verschiedenen Stoffen erfolgt die Vereinigung um so schneller, je größer ihre wechselseitige Affinität, — je geringer ihre Cohäsion und Elasticität, — und je flüssiger die entspringende Verbindung ist.

b. Die relative Menge, in welcher sich die Stoffe vereinigen, macht den Gegenstand der Stöchiometrie, chemischen Proportionslehre, chemischen Messkunst oder Lehre von den chemischen Äquivalenten aus.

Manche Stoffe mischen sich nach jedem beliebigen Verhältnisse, der eine oder andere werde auch in noch so großem Uebermaasse angewandt. Wasser und Weingeist, Weingeist und Aether. — Andere Stoffe zeigen einen *Saturations-, Sättigungspunct*, d. h. wenn sich z. B. mit a eine gewisse Menge von b vereinigt hat, so wird von der entstandenen Verbindung ab kein weiteres b mehr aufgenommen, die Verbindung ist eine mit b *gesättigte, saturirte*. Bei manchen Verbindungen kömmt nur für den einen Stoff ein Sättigungspunct vor, daß nämlich a mit b gesättigt werden, b hingegen eine unendliche Menge von a aufnehmen kann. Wasser und Salz, Wasser und kohlensaures Gas, Weingeist und flüchtiges Oel. Bei andern Verbindungen zeigen beide Stoffe einen Sättigungspunct, daß nämlich a mit b und b mit a gesättigt werden kann; hier zeigt sich entweder a mit b bei einem andern Verhältnisse der Mischung gesättigt, als b mit a, und in diesem Falle sind a und b nach wenigstens 2 Verhältnissen vereinbar (im braunen Bleioxyd ist das Blei mit Sauerstoff im gelben ist der Sauerstoff mit Blei gesättigt); oder a zeigt sich bei demselben Verhältnisse der Mischung mit b gesättigt, wie b mit a, in welchem Falle die beiden Stoffe nur nach einem einzigen Verhältnisse verbindbar sind. (32 Zink mit 16 Schwefel).

Stoffe, welche geringe Affinität gegen einander haben zeigen entweder keinen Sättigungspunct, oder, wenn sie ihn zeigen, so ist er durch geringen Wechsel der Temperatur und des Luftdrucks veränderlich, (Wasser und Salz, Wasser und Kohlensäure); je größer dagegen die Affinität, desto bestimmter und unabhängiger von äußern Einflüssen ist der Sättigungspunct. — Je schwächer die Affinität zwischen 2 Stoffen, in desto mehr, oft unendlich vielen Verhältnissen sind sie meistens verbindbar, ohne daß die Verbindung in diesem oder jenem Verhältnisse etwas Ausgezeichnetes hätte; je größer die Affinität, desto deutlicher tritt bei ihnen das Bestreben hervor, sich nur nach einem oder wenigen (höchstens 5) Verhältnissen zu deutlich charakterisirten Verbindungen



reinigen. Zwei dieser Verbindungen sind die beiden Endpunkte; zwischen diesen Extremen liegen oft noch andere, und zwar so, daß kein allmählicher Uebergang vom Minimum bis zum Maximum der Verbindung, sondern Uebergänge von der einen Verbindung zur andern statt finden.

Das rothe, braune Bleioxyd. Allerdings scheinen sich auch unter diese innigern Verbindungen untereinander in unzähligen Verhältnissen zu losern zu vereinigen und so dennoch einen allmählichen Uebergang vom Minimum bis zum Maximum zu bewirken, so wie sich auch die *losen Verbindungen, Dissolutions, Lösungen, Combinaisons*, keineswegs scharf trennen lassen.

Wenn sich a mit b in verschiedenen Verhältnissen vereinigt, so giebt die geringste Menge von b, die a aufnimmt,

1  $\frac{1}{3}$ , 1  $\frac{1}{2}$ , 2, 3  $\frac{1}{2}$ , 3, 4, 5 oder andern ganzen Zahlen multiplicirt, die Menge von b, welche a in den übrigen Verbindungen aufnehmen kann. 6 Kohlenstoff liefern mit 8 Sauer-

stoff Kohlenoxyd, mit 16 Sauerstoff die Kohlensäure. 14 Stickstoff mit 8, 16, 24, 32 oder 40 Sauerstoff zu 5 verschiedenen Verbindungen; dergleichen 16 Schwefel mit 8, 16, 20 Sauerstoff und 36 Chlor mit 8, 24, 40 und 56 Sauerstoff.

Wenn sich 1  $\text{Ä}$  a mit 3  $\text{Ä}$  b verbindet, und 3  $\text{Ä}$  b mit 1  $\text{Ä}$  c, so muß die Verbindung von a mit c (wenn sie mög-

lich) Kriterien, welche zur Unterscheidung einer innigen eigenthümlichen Verbindung von einem Gemeng oder losen Gemisch zweier solcher Verbindungen dienen, bestehen vorzüglich in Folgendem:

a. Der Saturationspunct, der bei größerer Affinität fix ist, bestimmt zwei eigenthümliche Verbindungen, indem ich mir einmal a mit b und das andermal b mit a gesättigt denke.

b. Fast jede Verbindung, die sich rein krystallisiren läßt, kann als eine eigenthümliche angesehen werden. (Nur einige wenig krystallisirende Körper scheinen sich miteinander in unendlich vielen Verhältnissen vereinigen, und so krystallisiren zu können).

c. Dergleichen jede Verbindung, von der sich darthun läßt, daß sie als Ganzes irgend eine neue Verbindung eingeht.

d. Endlich jede Verbindung, die übrig bleibt, wenn durch die Affinität einer im Ueberschuß einwirkenden dritten Materie c, sie sey wägbare oder unwägbare, der Verbindung a b ein Theil von a oder von b entzogen wird. Schwefeleisen durch Glühen des Schwefelkieses; antimonige Säure durch Glühen der Antimonsäure; Kohlenoxydgas durch Behandlung der Kohlensäure mit Eisen.

lich ist) erfolgen entweder in dem Verhältnisse von 1  $\mathfrak{A}$  zu 8  $\mathfrak{A}$ , oder in einem solchen, wo entweder das 1  $\mathfrak{A}$  von a oder die 8  $\mathfrak{A}$  von b mit  $1\frac{1}{3}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , 3 oder 4 u. s. f. multiplicirt sind. Oder in einem allgemeineren Satze, wobei die griechischen Buchstaben die Gewichte bedeuten: Wenn sich a mit b verbindet in dem Gewichtsverhältnisse von  $\alpha$ :  $\beta$ ; b mit c in dem Gewichtsverhältnisse von  $\beta$ :  $\gamma$ ; c mit d in dem Gewichtsverhältnisse von  $\gamma$ :  $\delta$ ; u. s. f. — so wird sich a mit b, mit c, mit d u. s. f. verbinden in dem Gewichtsverhältnisse von (1,  $1\frac{1}{3}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , 3 oder 4 etc.).  $\alpha$ : (1,  $1\frac{1}{3}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , 3 oder 4 etc.).  $\beta$ : (1,  $1\frac{1}{3}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , 3 oder 4 etc.).  $\gamma$ : (1,  $1\frac{1}{3}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , 3 oder 4 etc.).  $\delta$  etc. Die Gewichte, nach welchen sich die Stoffe vereinigen, stehen demnach unter einander in einer sehr genauen Beziehung, und man kann einem jeden Stoffe ein bestimmtes Gewicht beilegen, nach welchem er sich mit bestimmten Gewichten anderer Stoffe vereinigt. Da diese Gewichte nur relativ sind, so hat man das Gewicht irgend eines Stoffes als Einheit anzunehmen, und, von diesem Punkte ausgehend, die übrigen Gewichte zu berechnen. Entweder nimmt man das Gewicht des Wasserstoffes zur Einheit, weil dasselbe das kleinste ist, oder das des Sauerstoffes, weil dieser die häufigsten Verbindungen eingeht. Dies Gewicht ist das chemische Gewicht, Mischungsgewicht, Gewichtsverhältniß, stöchiometrische Verhältniß, die stöchiometrische Zahl, das chemische Aequivalent, das Atomgewicht u. s. w. Sämmtliche innige Verbindungen sind nach einem solchen Verhältnisse zusammengesetzt, daß 1 Mischungsgewicht des einen Stoffes mit  $\frac{1}{6}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$ , 1,  $1\frac{1}{3}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , 3, 4, 5, 6, 7 oder mehr M.G. des andern vereinigt ist.

Man findet durch Versuche, daß 100 Wasser aus 11,1 Wasserstoff auf 88,9 Sauerstoff bestehen; nun ist, wenn man das M.G. des Wasserstoffes zur Einheit annimmt, und sich denkt, im Wasser sey 1 M.G. Wasserstoff mit 1 M.G. Sauerstoff vereinigt,  $11,1 = 88,9 = 1:8$ , und das M.G. des Sauerstoffes wäre  $= 8$ . — Ferner enthalten 100 Schwefelwasserstoffgas 5,9 Wasserstoff gegen

Schwefel; nun ist  $5,9 : 94,1 = 1 : 16$ , und also beträgt nach obigen Voraussetzungen das M.G. des Schwefels 16. 16 Schwefel finden sich in der schwefeligen Säure mit  $2 \cdot 8$  Sauerstoff und in der Schwefelsäure mit  $3 \cdot 8 = 24$  Sauerstoff. — 104 Blei sind im Bleiglanz mit 16 Schwefel, im Bleioxyd mit 8, im rothen mit  $1\frac{1}{2} \cdot 8 = 12$ , im braunen mit  $2 \cdot 8 = 16$  Sauerstoff vereinigt. — 14 Stickstoff bilden mit 8 Sauerstoff das Stickoxydul, mit 16 Sauerstoff das Stickoxyd, mit 24 Sauerstoff die untersalpetrige, mit 32 Sauerstoff die salpetrige, mit 40 Sauerstoff die Salpetersäure. Also ist 1 M.G. Blei mit 1, 2, 3, 4, 5 M.G. Sauerstoff, 1 M.G. Stickstoff mit 1, 2, 3, 4, 5 M.G. Sauerstoff vereinbar. — Wollte man das M.G. des Sauerstoffs zur Einheit oder  $= 100$  annehmen, und darnach die obige Zusammensetzung des Wassers und Schwefelwassers berechnen, so wäre  $88,9 : 11,1 = 100 : 12,5$  (M.G. des Sauerstoffs); ferner  $5,9 : 94,1 = 12,5 : 200$  (M.G. des Schwefels); dann enthielte die schwefelige Säure 200 Schwefel auf 125 Sauerstoff, die Schwefelsäure 200 Schwefel auf 300 Sauerstoff, der Bleiglanz 1300 Blei auf 200 Schwefel, die 3 Bleioxyde: Blei auf 100, 150 und 200 Sauerstoff, und es verbanden sich 145 Stickstoff mit 100, 200, 300, 400 u. 500 Sauerstoff\*). Die folgende Tafel giebt die Mischungsgewichte der einfachen Stoffe, wie sie vorzüglich durch BERZELIUS's genaue Versuche erhalten worden sind.

Im Wasser 1 M.G. Wasserstoff mit 1 Sauerstoff verbunden, oder mit 2 Sauerstoff, oder 2 Wasserstoff mit 1 Sauerstoff u. s. w., läßt sich nicht bestimmt entscheiden, obgleich die erste Ansicht die wahrscheinlichste ist; BERZELIUS und DAVY haben sich jedoch für die letztere entschieden, so daß, den Sauerstoff zu 100 gesetzt, diese 100 Sauerstoff mit 2 M.G. Wasserstoff, jedes zu 6,25 gesetzt, vereinigt sind. — Auch bei vielen andern Verbindungen lassen sich verschieden viele Mischungsgewichte annehmen, was allerdings verwirrt. Sobald man mit den Atomistikern annimmt, daß das chemische Gewicht seinen Grund habe im absoluten Gewicht der Atome, daß also, wenn ein Atom Wasserstoff 1 wiegt, ein Atom Sauerstoff 8 oder 16 wiege, daß ferner die Stoffe sich nach einfachen Zahlen der Atome zu vereinigen suchen, so ist man geneigt, viertel und halbe Mischungsgewichte (in der atomistischen Sprache Atome) für unzulässig zu halten, und z. B. beim rothen Bleioxyd anzunehmen, entweder es bestehe aus 2 Atomen Blei (das Atom zu 104 gesetzt) und 3 Atomen Sauerstoff ( $3 \cdot 8 = 24$ ) oder anzunehmen, das Atomgewicht des Bleies betrage 208, und dieses sey im gelben Bleioxyd mit 2 Atomen Sauerstoff ( $= 16$ ), im rothen mit 3 Atomen ( $= 24$ ) und im braunen mit 4 Atomen ( $= 32$ ) Sauerstoff verbunden. Letzterer Ansicht giebt BERZELIUS den Vorzug, und wir finden deshalb, daß auf der Columnen D der folgenden Tabelle die Atomgewichte der Metalle im Verhältniß zu denen des Sauerstoffs doppelt so groß gesetzt sind, als es auf der Columnen C und E der Fall ist.

Die Columne A enthält die Namen der einfachen Stoffe; die Columne B die Zeichen, welche BERZELIUS für dieselben gebraucht (nur bedeutet hier F nicht Fluorium, sondern Fluor; und dem Chrom mußte statt des bloßen Ch ein Chr gegeben werden, weil Ch jetzt Chlor bedeutet).

Die Columne C die Mischungsgewichte, wie sie für dieses Handbuch angenommen sind (vorzüglich nach BERZELIUS's Versuchen berechnet, jedoch so, daß das M.G. des Wasserstoffs auf 1 gesetzt ist, daß angenommen ist, im Wasser sey 1 M.G. Wasserstoff mit 1 M.G. Sauerstoff, und in der stärksten salzfähigen Basis, welche ein Metall mit Sauerstoff zu bilden vermag, sey 1 M.G. Metall mit 1 M.G. Sauerstoff vereinigt, und daß die Brüche möglichst vermieden sind, indem es sich bei vielen Stoffen sehr auffallend zeigt, daß ihr M.G. ein Multiplum nach einer ganzen Zahl vom M.G. des Wasserstoffs ist, und es also ein Naturgesetz seyn könnte, daß sich mit dem M.G. des Wasserstoffs, als dem kleinsten von allen, die Mischungsgewichte aller übrigen Stoffe ohne Bruch theilen lassen.

Die Columne D giebt die von BERZELIUS angenommenen Atomgewichte, wobei der Sauerstoff auf 100 gesetzt ist, und im Wasser 2 Atome Wasserstoff auf 1 Atom Sauerstoff, in den stärkern Salzbasen 1 Atom Metall auf 2 Atome Sauerstoff, und in Süßerde, Alaunerde, Zirkonerde, Kieselerde und Goldoxyd auf 1 Atom Metall 3 Atome Sauerstoff angenommen sind.

Die Columne E enthält die von THOMSON angenommenen Atomgewichte, theils auf die Versuche von BERZELIUS, theils auf eigene gegründet, wobei der Sauerstoff auf 1 gesetzt ist, und im Wasser 1 Atom Sauerstoff auf 1 Atom Wasserstoff, so wie in den stärkern Salzbasen 1 Atom Sauerstoff auf 1 Atom Metall angenommen ist. (Andere Verschiedenheiten rühren noch davon her, daß in der Arsenik- und Phosphorsäure von BERZELIUS 5, von THOMSON 3 und in Columne C  $2\frac{1}{2}$  Atome Sauerstoff angenommen sind.

Die Columne F enthält das specifische Gewicht der einfachen Stoffe in elastisch-flüssigem Zustande (als Gas oder Dampf), das des Wasserstoffgases = 1 gesetzt; und die Columne G dasselbe specifische Gewicht, das der Luft = 1,0000 gesetzt.

### Mischungsgewichte der einfachen Stoffe und specifisches Gewicht der gasförmigen.

A	B	C	D	E	F	G
Sauerstoff	O	8	100	1,00	16	1,1024
Wasserstoff	H	1	6,2177	0,125	1	0,0689
Kohlenstoff	C	6	75,33	0,75	6?	0,4134?
Boron	B	16?	271,96	0,875?		
Phosphor	P	16	392,3	1,50		

# Allgemeine Chemie.

35

A	B	C	D	E	F	G
Schwefel	S	16	201,16	2,00	16?	1,10241
Selen	Se	40	495,91			
Iod	I	125	1566,7	15,625	125?	8,6125?
Chlor	Ch	35,4	442,65	4,50	35,4	2,4390
Sauerstoff	F	18,6	233,79			
Stickstoff	A	14	177,26	1,75		
Kohlenstoff	K	39,2	979,83	5,00	14	0,9646
Wasserstoff	Na	23,3	581,84	3,00		
Barium	L	8	255,63			
Strontium	Ba	68,6	1713,86	8,75		
Calcium	Sr	44	1094,6	5,50		
Magnesium	Cs	20,5	512,06	2,50		
Chlor	Mg	12	316,72	1,50		
Yttrium	Cr	46	1149,44	5,75		
Beryllium	Y	32	801,14	4,00		
Aluminium	Be	18	662,56	2,25		
Zirkon	Al	9	342,33	1,25		
Silicium	Zr	22,4	840,08	4,62?		
Titanium	Si	7,4	277,5	1,00		
Tantalum	Ti	31	778,2	18,00?		
Wolfram	Ta	184	2305,75	18,00		
Molybdän	W	96	1207,69	12,00		
Chrom	Mo	48	596,8	6,00		
Uran	Chr	28	701,57	3,50		
Mangan	U	217	5427,4	15,62		
Antimon	Mn	28	703,16	3,50		
Stibium	As	37,6	940,77	4,75		
Tellur	Sb	64,5	1612,9	5,50		
Bismuth	Te	32,2	806,45	4,00		
Zinn	Bi	71	1773,8	9,00		
Kadmium	Zn	32,2	806,45	4,125		
Zinn	Cd	56	1393,54	8,875		
Wismuth	Sn	59	1470,58	7,25		
Blei	Pb	104	2589	13,00		
Eisen	Fe	28	678,43	3,50		
Cobalt	Co	29,5	738,0	3,625		
Nickel	Ni	29,5	739,57	3,75		
Kupfer	Cu	32	791,39	8,00		
Quecksilber	Hg	101	2531,6	25,00		
Silber	Ag	108	2703,21	13,75		
Gold	Au	66	2486,0	24,875		
Platin	Pl	48	1215,23	22,625		
Platin	Pa	56	1407,5	7,00		
Ruthenium	R	120	1500,1	15,00		
Iridium	Ir	?	?	6,00		
Osmium	Os	?	?	?		

Uebersicht der Columnen C ergeben sich einige merkwürdige Verhältnisse, welche ohne Zweifel mit dem innersten Wesen zusammenhängen. Setzt man z. B. den Sauerstoff = 5 und Iod =  $15\frac{1}{2}$ , und diese Stoffe zeigen chemischen Verhältnissen viele Aehnlichkeit. Ad-



des Lithiums und genau das M.G. chemischen Beziehungen kommt. Dergleichen (Calciums) = M.G. des Strontium zum Kalium und Lithium + M.G. des Magnesiums) = Calcium, Yttrium und Cerium und 5. — Viele sich oft dasselbe, oder fast dasselbe, oder z. B. Molybdän, Platin und Selen, Chrom, Mangan, Kobalt, von welcher Zahl das M.G. des doppelte = 56 und das M.G. das gleiche ist. Titan, Tellur, Zink und Antimon und Gold das Doppelte = Mischungsgewichte bei genaueren Untersuchungen gefunden werden können, als sie auf der T. und, so ist es möglich, dass in der Folge ein Uebereinstimmungen verschwinden, andere erscheinen werden.

Das Mischungsgewicht zusammengesetzter Körper gefunden durch Addiren der Mischungsgewichte der Theile, und nach diesem Gewichte treten die zersetzten Körper wieder in neue proportionirte Verbindungen.

Z. B. das M.G. des Wasserstoffs = 1 gesetzt, ist das Wassers =  $1 + 8 = 9$ , das des Schwefelwasserstoffs =  $1 + 16 = 17$ , das der Schwefelsäure =  $16 + 3 \cdot 8 = 40$ , das gelben Bleioxyds =  $104 + 8 = 112$ , und das der Salpetersäure =  $14 + 5 \cdot 8 = 54$ . Auch vereinigen sich mit Bleioxyd genau mit 40 Schwefelsäure oder mit 54 Salpetersäure. Wenn man zum Bleiglanz, einer Verbindung von 1 M.G. Blei und 1 M.G. oder 16 Schwefel, soviel Sauerstoff fügt, wie Blei in Bleioxyd und der Schwefel in Schwefelsäure vorhanden wird, so wird die gebildete Schwefelsäure genau hinreichen, das gebildete Bleioxyd zu sättigen, ohne dass eines dieser Elemente im Ueberschuss vorhanden wäre, weil nämlich 1 M.G. Blei liefert, und 1 M.G. Schwefel 1 M.G. Schwefelsäure und weil sich 1 M.G. Bleioxyd gerade mit 1 M.G. Schwefelsäure vereinigt. Wenn sich daher 2 sauerstoffhaltige Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen vereinigen, so steht der Sauerstoff der einen zu dem der andern in einem einfachen Verhältnisse. Die Schwefelsäure enthält z. B. 3mal, die Salpetersäure 5mal Sauerstoff, als das mit ihr verbundene Bleioxyd.

Man kann alle proportionirte Verbindungen durch eine der ratischen Bezeichnung ähnliche ausdrücken, indem man die in elben enthaltenen Stoffe durch die auf der vorigen Tafel vor- menden Zeichen angiebt, und durch Hinzufügen von Zahlen eichnet, wieviel Mischungsgewichte eines jeden Stoffs in der rbindung enthalten sind. Ist dieses bloß nach 1 M.G. der Fall, läßt man die 1 hinweg, indem man unter dem bloßen Zeichen on die Einheit versteht. Hiernach wäre Wasser  $= \text{H} + \text{O}$ , ohlensäure  $= \text{C} + 2 \text{O}$ , Schwefelsäure  $= \text{S} + 3 \text{O}$ , Salpeter- ure  $= \text{A} + 5 \text{O}$ , Bleioxyd  $= \text{Pb} + \text{O}$ , Schwefelblei  $= \text{Pb} + \text{S}$  u. s. w. Treten 2 Verbindungen zu einer neuen zusammen, o kann man dieselben durch Klammern unterscheiden; hiernach wäre schwefelsaures Bleioxyd  $= (\text{Pb} + \text{O}) + (\text{S} + 3 \text{O})$ ; dop- elt-kohlensaures Kali (eine Verbindung von 1 M.G. Kaliumoxyd, M.G. Kohlensäure und 1 M.G. Wasser) wäre  $= (\text{K} + \text{O}) + 2 (\text{C} + 2 \text{O}) + (\text{H} + \text{O})$ . Da der Sauerstoff in so vielen Verbin- en enthalten ist, so kürzt BERZELIUS diese *chemische Formeln* durch bedeutend ab, daß er bloß durch Punkte, welche über e Zeichen des andern Stoffes gesetzt werden, die Zahl der Sauer- offatome bezeichnet, welche mit demselben verbunden sind. Auch ist er zwischen den einfachen Stoffen und ihren einfachen Ver- indungen die  $+$  Zeichen hinweg, und setzt die Zahl der Atome echts in die Höhe, wie Exponenten, ohne daß deshalb, wie bei den wirklichen algebraischen Zeichen, an eine Multiplication und an Exponenten gedacht werden darf. Da BERZELIUS zu- gleich das Atomgewicht des Wasserstoffs noch einmal so klein und es der Metalle meistens noch einmal so groß annimmt, als es in isem Werke der Fall ist, so lauten obige Beispiele, nach der rt von BERZELIUS ausgedrückt, folgendermaßen: Wasser  $= \text{H}^1 \text{O}^1 = \text{Aq.}$ ; Kohlensäure  $= \text{C}^1 \text{O}^2$  oder  $= \text{C}^1 \ddot{\text{O}}$ ; Schwefelsäure  $= \text{S}^1 \text{O}^3$  oder  $= \text{S}^1 \ddot{\text{O}}$ ; Bleioxyd  $= \text{Pb}^1$ ; Schwefelblei  $= \text{Pb}^1 \text{S}^2$ ; wefelsaures Bleioxyd  $= \text{Pb}^1 \ddot{\text{S}}$ ; doppelt-kohlensaures Kali  $= \text{K}^1 + 2 \text{Aq.}$  BISCHOF schlägt vor, durch Punkte, welche man r das Zeichen eines Stoffes macht, anzuzeigen, mit wieviel M.G. uestoff er verbunden ist. So wäre  $\text{A}^3 =$  Ammoniak, d. h. Verbindung von 1 M.G. Stickstoff mit 3 M.G. Wasserstoff. Ist die chemische Formel einer Verbindung gegeben, so läßt ieraus ohne Mühe ihre Zusammensetzung in 100 Theilen be- en. Z. B. schwefelsaures Bleioxyd ist  $= (\text{Pb} + \text{O}) + (\text{S} + 3 \text{O})$ ; Pb ist nach Columnne B  $= 104$ , O  $= 8$ , also Pb  $= 112$ . S ist  $= 16$  und  $3 \text{O} = 24$ , also  $\text{S} + 3 \text{O} = 40$ .  $112 \text{ Pb} + 40$  bilden mit  $40 \text{ S} + 24 \text{ O} = 64$  schwefelsaures yd; enthalten nun 152 Theile 112 Bleioxyd und 40 Schwe- re, so enthalten 100 Theile 73,7 Bleioxyd und 26,3 Schwe- re; oder, da 152 Theile enthalten 104 Blei, 16 Schwefel

und  $8 + 24 = 32$  Sauerstoff, so werden 100 Theile enthalten 68,4 Blei, 10,5 Schwefel und 21,1 Sauerstoff. — Weifs man umgekehrt, wieviel die Bestandtheile einer gegebenen Verbindung in einem gewissen Gewicht, z. B. in 100 Theilen betragen, und will man erfahren, nach welcher Zahl der Mischungsgewichte dieselben vereinigt sind, so dividire man das relative Gewicht der Bestandtheile mit ihrem Mischungsgewicht; die so erhaltenen Quotienten werden gegen einander in demselben Verhältnisse stehen, wie die Zahlen der Mischungsgewichte. Enthält z. B. der Schwefelkies in 100 Theilen 46,7 Eisen und 53,3 Schwefel, so dividirt man 46,7 mit 28 (M.G. des Eisens) und 53,3 mit 16 (M.G. des Schwefels). Die Quotienten 1668 und 3331 verhalten sich  $= 1 : 2$ , und es ist demnach im Schwefelkies 1 M.G. Eisen mit 2 M.G. Schwefel vereinigt.

Wird eine Verbindung von 1 M.G. a und 1 M.G. b zusammengebracht mit einer Verbindung von 1 M.G. c und 1 M.G. d, und vereinigt sich hierbei a mit c und b mit d, so kömmt auf a genau die angemessene Menge von c und auf b eine angemessene Menge von d, so dafs von keiner dieser 4 Materien ein Theil unverbunden übrig bleibt, weil nämlich jedes M.G. der einen Materie ein M.G. der andern vorfindet.

So liefert 1 M.G. Bleioxyd  $= 104$  Blei  $+ 8$  Sauerstoff mit 1 M.G. Schwefelwasserstoff  $= 16$  Schwefel  $+ 1$  Wasserstoff genau 120 Schwefelblei und 9 Wasser, weil sich mit 104 Blei gerade 16 Schwefel, und mit 8 Sauerstoff gerade 1 Wasserstoff vereinigen. Diese Thatsache wurde schon von RICHTER bei der wechselseitigen Zersetzung zweier Salze (deren jedes aus einer Säure und einer Salzbasis besteht) aufgefunden, und als sein *Neutralitätsgesetz* aufgestellt. — Ueber WOLLASTON's *Aequivalentenscale* oder *chemischen Rechenstab*, welcher die Berechnung der in einer gegebenen Menge einer Verbindung enthaltenen Bestandtheile, so wie der zur Hervorbringung oder Aufhebung derselben nöthigen Menge eines andern Stoffes durch die Regel de tri überflüssig macht, s. WOLLASTON (Thoms. Ann. 4, 176; auch Schw. 14, 126 u. 500).



sgewicht einiger Verbindungen und specifisches  
ht derselben im elastisch-flüssigen Zustande.

Verbin-	Zeichen der Verbindung.	M.G., das des Was- serstoffs = 1 ge- setzt.	Spec. Gew. das d. Was- serstoffga- ses = 1 ge- setzt.	Spec. Gew. das der Luft = 1,0000 gesetzt.
des Gas erstoffgas	H + O	9	9	0,6201
	C + O	14	14	0,9646
	C + 2 O	22	22	1,5158
	C + H	7	14	0,9646
	C + 2 H	8	8	0,5512
re Säure re e	B + 6 O	64		
	P + 2½ O	36		
	S + 2 O	32	32	2,2048
	S + 3 O	40		
	I + H	126	63	4,3407
ige Säure äure e	Ch + H	36,4	18,2	1,2539
	A + O	22	22	1,5158
	A + 2 O	30	15	1,0335
	A + 3 O	38		
	A + 4 O	46		
	A + 5 O	54		
	A + 3 H	17	8,5	0,5857
	A + 2 C	26	26	1,7914
	A + 2 C + H	27	13,5	0,9302

schungsgewicht der Stoffe scheint in keiner be-  
ziehung zu ihrem specifischen Gewichte zu ste-  
ge sie sich im festen oder tropfbar-flüssigen Zu-  
den.

man, daß sich die festen und tropfbar-flüssigen Kör-  
wärmen ungleich stark ausdehnen, daß also z. B., da  
beim Erwärmen weniger ausdehnt, als Schwefelsäure,  
ihren Temperatur das Gewichtsverhältniß von 1 Maafs

Maafs Schwefelsäure ein anderes seyn muß als in nie-  
daß sich nicht angeben läßt, bei welcher Temperatur  
cifische Gewicht der Materien mit ihrem Mischungsge-  
gleichen hat, so ergibt sich, daß gar kein festes Ver-  
ich ist. MEINECKE'S Versuch, auch hier eine Bezie-  
len, beruht auf gewagten Hypothesen; und eben so  
die Tabelle von FRERE DE MONTIZON (*Ann. Chim.*  
etwas beweisen.

n steht das Mischungsgewicht der Stoffe in einem  
Zusammenhange mit ihrem spec. Gewichte, wenn  
-flüssigen Zustand (dampfförmigen oder luftför-  
itzen. Ist nämlich das M.G. eines Stoffes a (er

sey einfach oder zusammengesetzt)  $= \alpha$  und das M.G. eines Stoffes  $b = \beta$ , und man hat von  $a$  bei irgend einer Temperatur und äusserem Drucke ein Maass Dampf oder Luft, welches  $\alpha$  Grane wiegt, so wird ein eben so grosses Maass Dampf oder Luft von  $b$  bei derselben Temperatur und demselben äusseren Drucke entweder wiegen  $\beta$  Grane, oder 2 oder 3 oder 4  $\beta$  Grane. Es lassen sich demnach alle elastische Flüssigkeiten in 3 Classen theilen, je nach der Menge von Mischungsgewichten, die sie bei gleichem Umfang enthalten, oder je nach der verschiedenen Ausdehnung bei gleicher Anzahl von Mischungsgewichten. Diese Ausdehnung ist eine einfache, 2fache oder 4fache.

1. *Einfache* haben das Sauerstoffgas und das überzeugende Gas.

2. *Zweifache*: Das Wasserstoff-, Kohlenoxyd-, kohlen-saure, Kohlenwasserstoff-, schwefligsaure, hydrothionsaure, Chlor-, Phosgen-, Stick-, Stickoxydul- und Cyangas; dergleichen der Dampf des Wassers, Schwefels und Iods. Nach einem Analogie-Schlusse gehört hierher auch der Dampf des Kohlenstoffs und vieler Metalle, wenn man gleich denselben nicht erzeugen, oder wenigstens nicht sein spec. Gewicht bestimmen kann.

3. Eine *vierfache* Ausdehnung zeigt das hydriodsaure, salzsaure, Stickoxyd- und Ammoniakgas und der Blausäuredampf.

Die Vergleichung der auf den 2 vorhergehenden Tafeln bemerkten Mischungs- und specifischen Gewichte der einfachen und zusammengesetzten Stoffe wird dieses anschaulicher machen.

Da sich die Stoffe nach einfachen Verhältnissen der Mischungsgewichte vereinigen, und da in ihrem elastisch-flüssigen Zustande ihr M.G. in einem einfachen Verhältnisse zu ihrem spec. Gewichte steht, so folgt, dass sich die elastisch-flüssigen Stoffe auch nach einfachen Verhältnissen des Raumes vereinigen müssen. Wenn sich 2 elastische Flüssigkeiten von derselben Classe zu gleichen Mischungsgewichten vereinigen, so müssen sie sich auch nach gleichen Maassen vereinigen.

en wird sich ein Maafs einer elastischen Flüssigkeit der Classe mit 2 Maafsen der zweiten und 4 Maafsen der ersten vereinigen, wenn die Verbindung nach gleichen Mischgewichten statt hat.

Die Maafsverhältnisse, nach welchen die Verbindung von tropfbar-flüssigen Stoffen erfolgt, sind folgende: Es vermischt sich 1 Maafs des einen mit 1,  $1\frac{1}{3}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , 3, und 4 Maafsen des andern.

3. Die *Qualitätsänderung*, welche 2 Materien bei ihrer chemischen Verbindung erleiden, ist im Ganzen um so beträchtlicher, je grösser ihre wechselseitige Affinität, und je verschiedenartiger sie sind. In den innigen Verbindungen ist daher die Bestandtheile viel schwieriger zu erkennen, als im Zinnober, als in den losen, Wasser im Salzwasser.

4. Der *Aggregatzustand* der Verbindung weicht häufig von dem der Bestandtheile ab.

I) Die Verbindung ist *fest*, und zwar gebildet: 1) aus 2 festen Körpern, die entweder in diesem Zustande kalt auf einander wirkten, Kalk und Kleesäure; oder in der Hitze, ohne zu flüssig zu werden; oder die durch Hitze in den tropfbar-elastisch-flüssigen Zustand übergeführt wurden; hierher gehören die *Cämentation des Eisens mit Kohle* und die *Auflösung auf trockenem Wege*, *Zusammenschmelzung*, wie Blei mit Schwefel; — 2) aus einem festen und einem liquiden, Kalk und Wasser; — 3) aus 1 festen und 1 elastisch-flüssigen Stoffe, *Absorption*, *Verschluckung*, Chlor und Sauerstoffgas; — 4) aus 2 elastisch-flüssigen Stoffen, *Rechtung*, *Condensation*, salzsaures Gas und Ammoniakgas.

II) Die Verbindung ist *tropfbar-flüssig*, und zwar gebildet: 1) aus 2 festen Stoffen, Salz und Eis; — 2) aus 1 festen und 1 bei gewöhnlicher oder etwas höherer Temperatur flüssigen Stoffe, *Auflösung auf nassem Wege*, Zucker und Wasser; — 3) aus 2 tropfbar-flüssigen Stoffen, *Mischung im reinen Sinne*, Wasser und Weingeist; — 4) aus 1 festen und 1 elastisch-flüssigen Stoffe, *Absorption*, Antimon und Chlorgas; — 5) aus 1 tropfbar-flüssigen und 1 elastisch-flüssigen Stoffe,

*Absorption*, Wasser und salzsaures Gas. — 6) aus 2 elastischen flüssigen Stoffen, Sauerstoffgas und Wasserstoffgas.

III) Die Verbindung ist *elastisch-flüssig*. Diese F kann nicht aus bloßen festen oder tropfbar-flüssigen Materie hervorgebracht werden, sondern erfordert immer wenigstens einen elastisch-flüssigen Bestandtheil, der in Verbindung mit einem festen, Sauerstoffgas und Kohle, oder einem andern elastisch-flüssigen Stoffe, Chlor- und Wasserstoffgas, eine elastisch-flüssige Vereinigung eingeht.

Sind von den unzerlegten Stoffen einige zusammengesetzt, müssen dieses vorzugsweise die festen seyn; denn da sich aus festen Stoffen keine Gasart zusammensetzen läßt, wohl aber aus Verbindung luftartiger Stoffe liquide und feste Verbindungen vorgehen, so müssen die luftartigen Stoffe die ursprünglichen seyn; oder: je weniger zusammengesetzt die wägbare Materie ist, eine um so größere Affinität äußert sie gegen die Wärme.

β. Die *Krystallform* der neuen Verbindung weicht von der der Bestandtheile ab. Nach welchen Gesetzen die Formänderungen statt haben, ist bis auf einige von BERZELIUS und MITSCHERLICH entdeckte Thatsachen noch im tiefen Dunkel.

Aus den Versuchen des Letztern läßt sich Folgendes ableiten: Wenn 2 Stoffe a und b von einerlei Krystallform sich mit einem Stoffe c nach derselben Zahl der Mischungsgewichte verbinden, hat auch die Verbindung a c dieselbe Form, wie die Verbindung b c. Wenn sich ferner ein Stoff d mit a c vereinigt, so erhält sich dieselbe Form, als wenn sich d mit b c nach demselben Verhältnisse vereinigt. So haben wahrscheinlich Phosphor und Arsen dieselbe Krystallform; beide vereinigen sich mit  $1\frac{1}{2}$  M.G. Sauerstoff zu phosphoriger und arseniger, mit  $2\frac{1}{2}$  M.G. Sauerstoff zu Phosphor- und Arseniksäure. Wahrscheinlich kommt der phosphorigen und arsenigen, und wieder der Phosphor- und Arseniksäure einerlei Krystallform zu. Thatsache ist, daß einerlei Krystallform haben, sobald sie entweder beide wassersfrei sind, oder beide eine gleiche Zahl Mischungsgewichte Wasser enthalten: Einfach-phosphorsaures und einfach-arseniksaures Ammoniak; einfach-phosphors. und arseniks. Kali; einfach-phosphors. und arseniks. Natron; einfach-phosphors. und arseniks. Bleioxyd; einfach-phosphors. und arseniks. Natronammoniak; einfach-phosphors. und arseniks. Natronkali; doppelt-phosphors. und arseniks. Ammoniak; doppelt-phosphors. und arseniks. Kali; doppelt-phosphors. und arseniks. Natron; doppelt-phosphors. und arseniks. Baryt.

Es ist es wahrscheinlich, daß Calcium, Magnium, Mangan, Zink, Eisen, Nickel und Kupfer, und wieder ihre Verbindungen mit 1 M.G. Sauerstoff zu Kalk, Bittererde, Manganoxyd, Zinkoxyd, Eisenoxydul, Nickel- und Kupferoxyd krystallisiren haben, mit wenigstens nur schwach abweichenden Winkeln. Denn die natürlichen Verbindungen des Kalkes, Bittererde, des Zinkoxyds und des Eisen- und Manganoxyduls krystallisiren zu Kalkspath, Bitterspath, Zinkspath, Eisenspath, Kupferspath, gehören sammtlich dem 3 und 3gliedrigen Systeme mit nur abweichenden Winkeln an. Es zeigen ferner einige Krystalle den Winkeln abweichende Form das schwefelsaure Manganoxydul, und das schwefelsaure Kupferoxyd, welche Krystallwasser enthalten \*), — dann wieder eine Reihe von schwefelsauren Kobaltoxyd, das schwefelsaure Eisenoxyd, das schwefelsaure Eisenoxydul-Zinkoxyd, das schwefelsaure Eisenoxydul-Kupferoxyd, das schwefelsaure Kupferoxyd-Zinkoxyd, das schwefelsaure Kupferoxyd-Nickeloxyd, die schwefelsaure Nickel-Bittererde, das schwefelsaure Manganoxydul-Zinkoxyd, das schwefelsaure Manganoxydul-Bittererde, und einige andere Doppelverbindungen, welche 6 M.G. Wasser enthalten, — und endlich eine besondere Form die schwefelsaure Bittererde, das schwefelsaure Zinkoxyd und das schwefelsaure Nickeloxyd, welche 12 M.G. Wasser in ihre Krystalle aufgenommen haben. Auch das in verschiedenen Verhältnissen hinzutretende Krystallwasser der schwefelsauren Salze geändert; enthalten 5 M.G. Wasser, so haben sie die Form des Eisenvitriols, bei 6 M.G. die des Eisenvitriols, bei 7 M.G. die des Kupfervitriols. Auch bildet die Bittererde im Spinell ein regelartiges Mineral mit der Alaunerde, wie das Zinkoxyd im Galmit. Die Krystalle des 8 Oxyde von vermuthlich einerlei Krystallform hat MITSCHERLICH früher noch folgende Classen: 1) Kalk, welches mit Säuren dieselben Formen erzeugt als Ammoniak, zu dem noch 9 M.G. Wasser treten; 2) Strontian, Strontian und Bleioxyd, welche, mit Schwefel-Strontianspath, Cölestin und Bleivitriol verbunden, Krystalle bilden, die dem System und fast gleichen Winkeln bilden; 3) Titan-Zinnoxyd; 4) Alaunerde, Eisenoxyd, Manganoxyd und Nickeloxyd; 5) Kieselerde; 6) Quecksilberoxydul; 7) Silberoxyd; 8) Manganhyperoxyd. Die Verbindungen von Oxyden derselben Metalle mit Säuren haben bei gleichen M.G. Krystallwasser

Es ist bemerkt hiergegen, dass die Winkel des schwefelsauren Mangans und Mangans um  $10^\circ$  differiren; und BERZHOUDT, welcher die Löslichkeit dieser Salze vom beträchtlichen Wassergehalte, im formenden Princip ableitet, dass obige beide Salze zwar die Grundform, aber verschiedene secundäre Flächen besitzen.

dieselbe Form, so wie sie auch häufig fast in jedem Verhältniß miteinander einbar und krystallisirbar sind (Ausnahme von dem setze, daß die Krystalle bestimmte Verhältnisse enthalten; hier nämlich das eine Oxyd vollständiger Stellvertreter des andern). Verbindungen von Oxyden verschiedener Classen mit derselben Säure liefern, auch bei gleichem Gehalt an Krystallwasser, verschiedene Formen, und die Salze, welche 3 Oxyde von verschiedener Classen mit derselben Säure geben, lassen sich bloß nach bestimmten Verhältnissen miteinander zu Krystallen verbinden. Krystallisiren die 8 schwefelsauren Oxyde der ersten Classe, Ausnahme des Kalkes, mit schwefelsaurem Ammoniak und mit schwefelsaurem Kali nur in dem einzigen Verhältnisse, daß 1 M.G. eines der 7 Oxyde 1 M.G. Ammoniak oder Kali und 1 M.G. Schwefelsäure kommen; die ammoniakhaltenden Salze entstehen außerdem 8, die kalihaltenden 6 M.G. Wasser, und alle Doppelsalze, die sich auf diese Weise erzeugen lassen, haben dieselbe Krystallform. So liefert schwefelsaure Alaunerde mit schwefelsaurem Kali oder Ammoniak, und mit Krystallwasser den Alaun; entsprechende oktaedrische Salze entstehen, wenn die schwefelsaure Alaunerde durch schwefelsaures Eisenoxyd, Manganoxyd oder Chromoxydul vertreten wird:

MITSCHERLICH nennt diejenigen Stoffe, welche sich in Verbindungen ohne bedeutende Aenderung der Krystallform vertreten können, *isomorphe*. Daß bei einem solchen Wechsel Vertreten dennoch einige Winkelverschiedenheit eintritt, so daß Krystalle nicht zum regulären Systeme gehören, leitet er von der verschieden großen Anziehung ab, die dieser oder jener isomorphe Stoff äußert. (Atomistisch betrachtet, könnte auch die verschiedene Größe der Atome Einfluß haben). Nach MITSCHERLICH ist eine und dieselbe, einfache oder zusammengesetzte Materie fähig, anzunehmen, welche 2 verschiedenen Krystallsystemen angehören, die nicht auf einander zurückführbar sind. So krystallisirt der geschmolzene Schwefel nach ihm beim Erkalten in Säulen, die dem 2-gliedrigen Systeme angehören, während der natürliche Schwefel, dem 3- und 2-gliedrigen Systeme angehörenden, rhombische Oktaedern erscheint; das doppelt-phosphorsaure Natron liefert zwei Krystalle, die zwar beide dem 3- und 2-gliedrigen Systeme angehören, aber nicht auf einander zurückführbaren Winkel haben. In der Natur vorkommende Belege findet MITSCHERLICH im Calcit, Späth und Arragonit und im Schwefelkies und Wasserkies. Er ergiebt hieraus, daß die Krystallform nicht bloß von der chemischen Natur abhängt, sondern auch von der Lage der Atome gegen einander, daß wahrscheinlich Baryt, Strontian und Bleioxyd mit Oxyden der ersten Classe isomorph seyen, da sie alle eine gleiche Atomzahl Sauerstoff enthalten; daß aber bei ihnen die wechselseitige Lage der Atome eine andere sey; im Arragonit nehmen

ne des zu der ersten Classe gehörenden Kalks die bei den Atomen Baryts, Strontians und Bleioxyds statt findende Lage an, und durch erhalte der kohlensaure Kalk im Arragonit dieselbe Krystallform, wie der kohlensaure Baryt, Strontian und Bleioxyd besitzen. Aus diesen Betrachtungen zieht er folgenden Schluß: *Die gleiche Zahl von Atomen, auf dieselbe Weise vereinigt, bewirkt dieselbe Krystallform; dieselbe ist unabhängig von der chemischen Natur der Atome; bloß die Zahl und die wechselseitige Lage derselben bestimmt sie.* — Die wenigen Erfahrungen, welche wir jetzt haben, berechtigen noch nicht zu einem solchen Schlusse. Die chemische Verschiedenheit des Kalkspaths und Arragonits (welcher letztere neben dem kohlensauren Kalk etwas kohlensauren Strontian hält) ist durch STROMAYER auf das Ueberzeugendste bewiesen worden, nachdem viele geschickte Chemiker, wie THÉNARD, vor ihm vergeblich gesucht hatten, irgend einen Unterschied aufzufinden; so möchte sich vielleicht auch dereinst die verschiedene chemische Natur des Wasserkieses und Schwefelkieses erweisen lassen. Auf der andern Seite gibt es hunderte von Beispielen, wo 2 Verbindungen, welche dieselbe Anzahl Atome enthalten, eine verschiedene Form besitzen. Dieses läßt sich freilich nach obigem Satze daraus erklären, daß die Atome bald diese bald jene Lage gegen einander annehmen und dadurch eine verschiedene Gestalt zu Wege bringen. Allein wenn man dieser Lage der Atome einen solchen ausgedehnten Spielraum lassen will, so könnte man obigen Satz noch kürzer fassen, und allgemein sagen: *Die Form einer einfachen oder zusammengesetzten Substanz hängt von der wechselseitigen Lage ihrer Atome ab;* und mit dieser Hypothese wäre alle weitere Nachforschung über die Ursache der Krystallform abgeschnitten.

BERNHARDI glaubt in Hinsicht der Krystallbildung einen polarischen Gegensatz annehmen zu müssen zwischen Sauerstoff und Wasserstoff einerseits  $= +$  und zwischen Stickstoff andererseits  $= -$ . Die in allen drei Stoffen herrschenden Kräfte suchen Krystalle zu erzeugen, die nicht dem regulären Systeme angehören; es sich jedoch die  $+$ -Kraft des Sauerstoffs oder Wasserstoffs mit der  $-$ -Kraft des Stickstoffs mehr oder weniger ausgeglichen, so entstehen reguläre Krystalle. Als solche Verbindungen betrachtet BERNHARDI hypothetischer Weise die bis jetzt unzerlegten Metalle. Tritt in diesen Metallen eine größere Menge von Sauerstoff, so verlieren sie, wie das Eisen im Eisenoxyd, durch das Vorherrschen der  $+$ -Kraft die reguläre Form u. s. w. Die weitere Auseinandersetzung dieser, wenn schon geistreichen, doch allzu hypothetischen Ansicht, scheint nicht dem Zweck dieses Handbuchs angemessen.

#### γ. Dichtigkeit des Gemisches.

1) Nur in wenigen Fällen, bei Gasarten, hält sie genau das Mittel von den Dichtigkeiten der Bestandtheile, so daß



also der Umfang der 2 Stoffe bei ihrer Vereinigung nicht ändert wird.

II) In den meisten Fällen wird die Dichtigkeit vergrößert, der Umfang vermindert, und zwar bei Verbindungen flüssiger Flüssigkeiten, wenn die neue Verbindung wieder flüssig ist, in einem vom Umfange der Bestandtheile abhängenden Verhältnisse, so daß dieser Umfang 1) vermindert wird (bei der Verbindung von 1 Maafs des Gases mit 2 des andern), — oder 2) um  $\frac{1}{2}$  (bei der Verbindung von 1 mit 1 Maafs, desgleichen von 1 Maafs Maafs), — oder 3) um  $\frac{2}{3}$  (bei der Verbindung Maafs mit 2 Maafs), — oder 4) um  $\frac{3}{4}$  (bei der Verbindung von 1 Maafs mit 1 Maafs).

Es verbindet sich

1,0 Maafs	mit Maafs	zu Maafs
Chlorgas	1,0 Wasserstoffgas	2,0 salzsaurem Gas. II)
Stickgas	1,0 Sauerstoffgas	2,0 Salpetergas. I)
— —	0,5 — —	1,0 oxydirt. Stickgas. II)
Wasserstoffgas	0,5 — —	1,0 Wasserdampf. II) 1)
Kohlenoxydgas	0,5 — —	1,0 kohlsaurem Gas. II)
Stickgas	3,0 Wasserstoffgas	2,0 Ammoniakgas. II) 2)
Schwefeldampf	1,0 — —	1,0 hydrothions. Gas. II)
Kohlenstoffdampf?	2,0 — —	1,0 Kohlenwasserstoffgas. II)
— —	1,0 — —	0,5 ölbildendem Gas. II)

Bei Verbindungen liquider und fester Stoffe scheint die Umfangsverminderung in keinem bestimmten Verhältnisse zum Umfang der Bestandtheile zu stehen.

III) In seltenen Fällen wird die Dichtigkeit vermindert, der Umfang vergrößert. Verbindung des Schwefels mit mehreren Metallen, des Kupfers mit Silber u. s. w.

δ. *Lichtverhältnisse.* 2 undurchsichtige Stoffe liefern immer eine undurchsichtige, 2 durchsichtige immer eine durchsichtige Verbindung. Warum bei der Verbindung durchsichtiger Körper mit undurchsichtigen bald durchsichtige (Schwefel und Arsenik), bald undurchsichtige (Schwefel und Kupfer) Verbindungen entstehen, ist nicht erklärt. Trübheit kann keine chemische Verbindung zu, ist ein Beweis von Mischung. — Die lichtbrechende Kraft der Verbindungen scheint besonders mit ihrem Gehalt an Sauerstoff abzunehmen.

das Entstehen oder Verschwinden von Farben bei der Verbindung von 2 Stoffen (Schwefel und Quecksilber zu Zinnober) ist nicht erklärt.

e. Auch in *chemischen* und *physiologischen Verhältnissen* reicht die neue Verbindung oft sehr von ihren Bestandtheilen ab. (Die Verbindung des Schwefels mit Sauerstoff zu Schwefelsäure geht ganz andere Verbindungen ein, als Schwefel und Sauerstoff für sich; sie schmeckt sehr sauer u. s. w.). Hierher gehört die *Neutralisation*. Werden nämlich 2 Körper vereinigt, die sich in chemischen und physiologischen Verhältnissen, wie im Geschmack entgegengesetzt sind, so heben sich ihre entgegengesetzten Eigenschaften mehr oder weniger vollständig auf, die Stoffe neutralisiren sich, es entsteht ein mehr neutrales Drittes, und es ist Neutralität, chemisches Gleichgewicht, chemische Indifferenz eingetreten. Diese Neutralisation ist bei einem gewissen Verhältnisse beider Stoffe gegen einander am vollständigsten, und der Punct, bei welchem diese Aufhebung der entgegengesetzten Eigenschaften am vollständigsten statt findet, ist der *Neutralisationspunct*. Dieser Ausdruck wird beinahe ausschließlich für die Verbindung der Säuren mit den salzfähigen Basen angewendet. Salzsäure und Ammoniak. Fügt man zu einer neutralen Verbindung von  $a$  und  $b$  noch mehr  $b$ , und dasselbe wird von  $a$  und  $b$  aufgenommen, so sind in der neuen Verbindung  $ab$  die Eigenschaften von  $b$  nicht mehr so vollständig aufgehoben, es ist eine *Sättigung* von  $a$  eingetreten, und ein *Vorwalten*, *Vorherrschen* oder *Ueberschuss* von  $b$ . Einfach- und doppelt-schwaches Kali.

d. Bei den Verbindungen wägbarer Stoffe erfolgt häufig *Entwicklung* oder *Verschluckung unwägbarer Flüssigkeiten*; in den meisten Fällen entwickelt sich Wärme (Kalk und Wasser), in andern Licht (brennbare Körper und Sauerstoff) und Electricität. In andern, nicht durch beträchtliche Affinität bewirkten, kommt die Erkältung durch Wärmeverschluckung (Salz und Wasser) vor. s. diese Imponderabilien.

### III. *Aufhebung chemischer Verbindungen.*

Die Aufhebung einer chemischen Verbindung ist die *setzung, Decomposition*. Die sich hierbei als heterogen stellenden Materien sind die *Zersetzungsproducte* im wahren Sinne.

#### A. *Bedingungen der Zersetzung.*

Soll die Zersetzung eintreten, so müssen der Affinität, welche die 2 Stoffe zusammenhält, eine oder mehrere entgegen wirken, welche das Uebergewicht erhalten. Kräfte sind theils mechanische, theils die Lebenskraft, eine größere Affinität.

a. *Mechanische Gewalt* kann nur Verbindungen von leichten Stoffen mit unwägbareren aufheben. Wasserdämpfe werden durch Druck in liquides Wasser und Wärme zersetzt; durch Reibung entwickelt sich Licht und Electricität. Chemische Verbindungen aus wägbarer Materien widerstehen aller Trennung durch mechanische Gewalt. Die Zersetzung des Bleiamalgams durch Reibung ist nur scheinbar.

b. Auch scheint die *Schwerkraft* aus einer tropfbarflüssigen Verbindung den specifisch-schwereren Stoff nicht gerade nach unten zu ziehen. Die Angaben, nach welchen tiefern Schichten von Salzwasser und wässrigem Weingeist schwerer seyn sollen, als die obern, lassen noch andere Erklärungen zu. Die Versuche nicht mit hinlänglicher Vorsicht angestellt wurden.

c. Die *Cohäsion* eines festen in einer tropfbaren Flüssigkeit gelösten Körpers hebt oft die chemische Verbindung wenigstens zum Theil auf. Das Bestreben eines festen Körpers sich zu größern Massen zu vereinigen, muß seinem Bestreben, sich im Auflösungsmittel zu verbreiten, bis auf einen gewissen Punct entgegenwirken. Da die Cohäsion bei einer höhern Temperatur abnimmt, so zeigen sich fast alle feste Körper in der Hitze in größerer Menge in tropfbaren Flüssigkeiten löslich, als in der Kälte; (Ausnahme macht der Kalk und citronensaure Kalk); wenn daher eine in der Wärme gelöste Auflösung erkaltet, so wird die Cohäsion des festen Körpers

men, und er wird sich wenigstens zum Theil wieder bilden. *Freiwillige oder falsche Niederschlagung, Praecipitatione.* Salpeter in Wasser, Campher in Weingeist, Was-Weingeist u. s. w. Diese Abscheidung ist den S. 12 an- en Anomalien unterworfen. Essigsäure, welche nur 0,1 hielt, zerfiel, als sie PERKINS (Schw. 39, 361) einem von 1100 Atmosphären aussetzte, in  $\frac{7}{8}$  krystallinische Säure schwach-saure Flüssigkeit. Demgenäfs scheint der ver-Druck, gleich der Erkältung, die Cohäsion zu vermehren durch Trennung zu bewirken.

Mittelt der *Lebenskraft* werden die den Thieren und n als Nahrung dargebotenen Verbindungen mannigfach p. und in Verbindungen übergeführt, die sich nicht ab der lebenden organischen Körper erzeugen.

Die Verbindung zweier Stoffe kann durch eine oder : *überwiegende Affinitäten* getrennt werden, wenn zu erbindung einer oder mehrere mit Affinitäten begabte einzutreten. Man unterscheidet hierbei die zu zerse-Verbindung von dem zersetzenden Körper, welcher e jedoch ebenfalls zugleich von ersterer zersetzt wer- un. wenn er zusammengesetzter Natur ist. Die Affli- , welche die früher bestehenden Verbindungen zusam- halten suchen, nennt man die *ruhenden, Affinitates quies-* zum Gegensatz gegen die *trennenden Affinitäten, Affi-* *tivellentes*, worunter man diejenigen versteht, welche deren Verbindungen aufzuheben und neue zu erzeugen . Solche trennende Affinitäten belegte man vorzugsweise i Namen der *Attractio electiva, Wahlanziehung, Wahlver-* *haft*, weil hierbei ein oder mehrere Stoffe zwischen andern den haben, und sich denjenigen aneignen, gegen welchen größte Affinität haben.

*nung zweier wägbarer Stoffe durch hinzutretende unwägbare.*

ad 2 ponderable Stoffe a und b miteinander verban- , kann ein mit einer gewissen Intensität hinzukommen- ponderabler Stoff sich mit b zu einem neuen Ganzen len, und a abscheiden. Trennung des Goldoxydes in ad Sauerstoffgas durch Licht; Trennung des Salzwassers in

Salz und Wasserdampf, der Kreide in Kalk und kohlensäures Gas durch Wärme. Oder es treten zu der Verbindung ab zwei imponderable Stoffe, von denen sich der eine mit a, der andere mit b vereinigt. So kann man wenigstens die Zerlegung des Wassers in Sauerstoffgas und Wasserstoffgas durch die Einwirkung der beiden Elektricitäten erklären.

Die durch die Wärme hervorgebrachten Trennungen der ponderablen Stoffe werden häufig aus ihrer verschiedenen grossen Elasticität, Neigung zum elastisch-flüssigen Zustand erklärt. Diese aber, mit andern Worten, ihre verschieden grosse Affinität gegen die Wärme, da alle elastische Flüssigkeiten aus Wärme und einem wägbaren Stoffe zusammengesetzt sind.

Man wirkt der trennenden Einwirkung der Wärme entgegen a) durch Verminderung ihrer Intensität, durch Erkältung und b) durch Vermehrung des äussern Drucks, indem dieser die Bildung einer elastischen Flüssigkeit bis zu einem gewissen Grade hindert. Wasser nimmt in der Kälte und bei künstlichem Druck am meisten von den verschiedenen Gasarten, wie Kohlensäure, auf; es verliert sie fast gänzlich durch Siedhitze und wieder unter der Luftpumpe; jedoch hält es, bei stärkerem Druck mit Kohlensäure gesättigt, wenn dieser Druck vermindert wird, noch mehr Kohlensäure fest, als es behalten dürfte, und entwickelt dieselbe erst bei mechanischen Veranlassungen, wie beim Schütteln oder Hineinbringen pulvriger eckiger Körper; *Sauerwasser*. Diese Anomalie scheint mit der bei der Krystallisation statt findenden (S. 12) zusammenzuhängen, und rührt nach GAY-LUSSAC's Annahme von einer Trägheit der kleinsten Theile her.

*β. Trennung eines unwägbaren Stoffes von einem wägbaren durch Hinzutreten eines wägbaren.*

Die Verbindungen der Wärme mit wägbaren Stoffen in Flüssigkeiten werden durch einen zweiten wägbaren Stoff theils so zersetzt, daß sich letzterer mit der Wärme zu einer Flüssigkeit vereinigt, während der andere Stoff seinen flüssigen Zustand verliert (gefrorenes Quecksilber in Berührung mit Wasser wird laufend, während das Wasser gefriert); — theils so, daß sich die beiden wägbaren Stoffe unter Ausscheidung der Wärme vereinigen (Kalk verschluckt das schwefligsaure Gas unter Wärmeentbindung).

7. Trennung zweier oder mehrerer wägbarer Stoffe durch hinzutretende wägbare.

I) Die Verbindung  $ab$  wird durch einen Stoff  $c$  zersetzt.

*Einfache Wahlverwandtschaft, Attractio electiva simplex.*

Die Zersetzung erfolgt, indem sich  $c$  entweder bloß mit  $a$  verbindet und  $b$  für sich ausscheidet, oder, wofern  $c$  in hinreichender Menge vorhanden ist und auch gegen  $b$  Affinität zeigt, indem sich 2 besondere Verbindungen  $ac$  und  $bc$  erzeugen. Kohlensaurer Kalk und Salzsäure; Schwefel-Quecksilber und Eisen; Harz, in Weingeist gelöst, und Wasser. Schwefelblei wird durch Chlor in Chlorblei und in Chlorschwefel zersetzt.

II) Die Verbindung  $ab$  wird durch die 2 Stoffe  $cd$  zersetzt.

1) Zwei Stoffe vereinigen sich und die zwei übrigen bleiben unverbunden. Vermischt man eine Auflösung des Terpentinöls in Weingeist mit einer Auflösung des Salpeters in Wasser, so fällt der Salpeter nieder, das Oel begiebt sich auf die Oberfläche, und die Flüssigkeit besteht fast bloß aus Weingeist und Wasser. Salzsaures Eisenoxyd zerfällt mit kohlensaurem Kali in aufgelöst bleibendes salzsaures Kali, niederfallendes Eisenoxyd und, sich luftförmig entwickelnde, Kohlensäure.

2) Es vereinigen sich je zwei und zwei Stoffe; *doppelte Wahlverwandtschaft, Attractio electiva duplex, Affinité double.* Im sehr häufiger Fall, besonders bei den Salzen. Schwefelsaures Kali, mit salzsaurem Baryt zusammengebracht, bildet salzsaures Kali und schwefelsauren Baryt; kohlensaures Kali mit salzsaurem Kalk bildet salzsaures Kali und kohlensaurer Kalk. Schwefelwasserstoff und Bleioxyd (Sauerstoff-Blei) bildet Schwefelblei und Wasser; Chlorantimon (Chlor-Quecksilber) mit rohem Spießglanz (Schwefelantimon) bildet Spießglanzbutter (Chlorantimon) und Zinnober (Schwefelquecksilber).

III) Die Verbindung  $abc$  wird durch den Stoff  $d$  zersetzt.

1) Vereinigung von 2 Stoffen mit Ausscheidung von 3ten. Die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff bestehende Blausäure zersetzt sich mit glühendem Eisen in Kohlenstoff, und in ein Gemeng von Wasserstoffgas und Stickgas.

2) Vereinigung von 3 Stoffen mit Ausscheidung des 4ten. Hierher gehört besonders die Niederschlagung eines Me-

talls durch das andere aus seiner Auflösung in Säuren oder Affinitäten. So bildet sich beim Zusammenkommen von schwefelsaurem Kupferoxyd mit Eisen — schwefelsaures Eisenoxydul und abgeschiedenes Kupfer; die 4 Stoffe sind hier: Schwefelsäure, Sauerstoff, Kupfer und Eisen.

IV) Kommen mehr als 4 Stoffe mit einander in Berührung, so nimmt mit der Zahl der Materien die Zahl der möglichen Affinitäten in einem schnell wachsenden Verhältnis zu; der Erfolg wird verwickelter und ist schwieriger vorzuzubestimmen. Häufig kann man jedoch Verbindungen von mehreren Stoffen als eine einfache Materie betrachten, und braucht bloß die Affinitäten ihrer Verbindung als eines Ganzen zu berücksichtigen. So sind die Säuren und salzfähigen Eisen zusammengesetzte Körper; bei ihrem Zusammentreffen hat man aber dennoch meistens nicht die Affinität ihrer Bestandtheile zu beachten. In einigen andern Fällen hat man aber oft denselben Stoff als einen doppelten anzusehen, wenn er nämlich bei dem Affinitätenspiel eine doppelte Rolle übernimmt. So hat man sich zweimal den Phosphor zu denken, der beim Zusammentreffen mit Kali und Wasser theils zu Phosphorsäure, theils zu Phosphorwasserstoffgas wird, und man kann sich denken, es seyen 5 Stoffe: Kali, Wasserstoff, Sauerstoff, Phosphor und Phosphor im Spiel gewesen. Dasselbe ist der Fall mit Schwefel, Iod und Chlor, wenn sie mit Kali und Wasser in Berührung kommen.

Der Fall, wo sich bei mehr als 5 Stoffen immer je 3 Stoffe vereinigen, heißt *Attractio electiva multiplex*. So bildet essigsaures Bleioxyd mit Schwefelwasserstoff-Kali essigsaures Kali, Schwefelblei und Wasser.

Die complicirteren Erfolge werden bei Betrachtung der einzelnen Stoffe aufgeführt werden.

Bei sämtlichen Erfolgen, welche sich zeigen beim Zusammentreffen von 3 und mehr Stoffen, muß man annehmen, daß die den Erfolg bewirkenden Kräfte die entgegengesetzten überwogen haben. Die ohne Zweifel am meisten bei diesen Erfolgen thätige Kraft ist die Affinität, wobei auch die Affinität der unwägbaren Stoffe gegen die wägbaren zu berücksichtigen ist. Von geringerem Einfluß auf diese Erfolge ist die Cohäsion, sowohl der einzelnen Stoffe, als der ma-



lichen Verbindungen, denn man kann annehmen, daß sich eine Verbindung desto leichter bilden werde, je geringer die Cohäsion der einzelnen Stoffe, und je größer die Cohäsion der zu bildenden Verbindung ist. So hat BERTHOLLET als ein allgemeines Gesetz gefunden, daß beim Zusammentreffen von 2 Salzen in dem Falle eine wechselseitige Zersetzung erfolgt, wenn eines der 2 neuen Salze weniger in Wasser löslich, also, nach seiner Ansicht, cohärenter ist, als jedes der 2 früheren.

Es entscheidet über den Erfolg der Anziehungen die Summe der Affinitätsgrößen, welche zu gleicher Zeit realisiert werden können; ein wenig auch die verschieden großen Cohäsionen, sowohl der einzelnen Stoffe, als auch der möglichen Verbindungen. Sobald die Summe der Kräfte, welche neue Verbindungen, die zu gleicher Zeit bestehen können, zu erzeugen streben, die Summe derjenigen Kräfte überwiegt, vermöge welcher die alten Verbindungen zusammengehalten werden, so erfolgt die Zersetzung.

Beisp. Bei 3 Stoffen und 5 Affinitäten: Wenn sich a und b vereinigen mit Ausschluss von c, so kann man sagen: Die Affinität von a zu b ist größer, als die Affinität von a zu c nebst der Affinität von a c zu b; und sie ist auch wieder größer, als die Affinität von b zu c nebst der Affinität von b c zu a. Man darf aber nicht sagen, die Affinität zwischen a und b sey größer, als die Affinitäten zwischen c und a, c und b, a c und b, b c und a miteinander.

Beisp. Bei 4 Stoffen und 21 Affinitäten. Vereinigt sich a mit b und c mit d, so ist die Affinität von a zu b nebst der Affinität von c zu d größer 1) als die Affinität von a zu c, von b zu d, von a c zu b d; 2) als die Affinität von a zu d, von b zu c, von a d zu b c; 3) als die Affinität von a zu c, von a c zu b, von a b c zu d u. s. w.

Da demnach nicht eine einzelne Affinität entscheidet, sondern die Summe, so erklärt es sich leicht, wie eine größere Affinität durch mehrere kleinere Affinitäten überwogen werden kann. Der schwefelsaure Baryt, der weder durch Kali noch durch Kohlensäure für sich zerlegbar ist, wird in kohlensauren Baryt und in schwefelsaures Kali zersetzt, wenn beide Stoffe zugleich wirken. Die Affinität der Schwefelsäure zum Baryt sey 66, zum

talls du  
lien. 2  
kupfer  
schied  
stoff

*Allgemeine Chemie*

ru  
lie  
2

... Rhyt sey  $\frac{1}{4}$ , zur  
Zersetzung muß statt  
... die Affinität eines S  
... sich erst bilden muß,  
... nur dann durch e zersetzt,  
... weil d Affinität gegen das z  
... so nennt man die Affinität von d z  
... Verbindung a c und die dadurch bewirkte  
... prädisponirende Affinität, *Affinitas p*  
... gehört die Zersetzung der Kohlensäure  
... in der Glühhitze in phosphorsaures  
... weil die erst zu bildende Phosphor  
... gegen das Natron hat, als die Kohlensäure  
... des Kohlenstoffs zum Sauerstoff viel grö  
... Phosphors. — Die Annahme einer solchen p  
... Verwandtschaft hat nichts Widersinniges, wenn  
... daß bei der innigen Berührung der Materien alle in  
... ihren Combinationen wirkende Kräfte zugleich sich  
... müssen.

Sämmtliche Erfolge des Affinitätenconflicts beim Z  
mentretten mehrerer Materien bleiben sich bei denselbe  
terien vollkommen constant, sobald nur 1) die Menge  
Stoffe ganz dieselbe bleibt, 2) die Temperatur und der  
ere Druck nicht verschieden sind. Mit Veränderung d  
Umstände treten häufig entgegengesetzte Erfolge des A  
tätenconflicts, sogenannte *wechselseitige Wahlverwandtschaft*  
*Affinitates reciprocae* ein.

1. Was die Menge betrifft, so wird  $\alpha$ ) bei 3 Stoff  
nicht rein ausgeschieden werden, wenn ich mehr e angew  
als zum Sättigen von a erforderlich ist, sondern es wird  
a c und b c bilden, sobald b Affinität gegen c hat.  $\beta$ )  
umgekehrt weniger c angewandt, als nöthig ist, a zu sätt  
so wird ein Theil der Verbindung ab unzersetzt bleiben  
sind 2 M.Gewichte Schwefelsäure nöthig, um 1 M.G. salpet  
res Kali bei mäßiger Hitze zu zersetzen, und alle Salpeter  
zu entwickeln, weil sich 1 M.G. Kali mit 2 M.G. Schwefe  
zu doppelt-schwefelsaurem Kali vereinigt, welches zu neuen  
gen von Kali geringere Affinität hat, als die Salpetersäure, es  
diese dann durch eine sehr hohe Temperatur zersetzt.

2. Die Verschiedenheit der Temperatur wirkt auf zweier-  
 Weise die Erfolge abändernd:

a) In sehr vielen Fällen ist Wärme von einer gewis-  
 sen Intensität als eine vierte oder fünfte Materie anzusehen,  
 welche neue Affinitäten ins Spiel bringt, und sich mit a, b,  
 c oder d zu Dampf oder Gas vereinigt, und zwar um so  
 leichter, je geringer der äußere Druck! So erklärt es sich,  
 warum Borsäure in der Glühhitze die Schwefelsäure und andere  
 verdampfbare Säuren aus ihrer Verbindung mit Natron und andern  
 Salzen abscheidet, während bei gewöhnlicher Temperatur die  
 Borsäure sich als eine äußerst schwache Säure zeigt; hierher ge-  
 hört auch das Abscheiden verschiedener verdampfbarer Säuren durch  
 Phosphorsäure, durch Kieselerde u. s. w. von Kali, Natron u. s. w.

β) In einigen Fällen scheinen durch die verschiedene  
 Temperatur die Affinitätsgrößen oder die Cohäsion auf eine  
 ungleiche Art geändert zu werden, wobei oftmals wohl  
 noch besonders das Wasser, als Auflösungsmittel, eine Be-  
 rücksichtigung verdient. Kochsalz und Bittersalz, in Wasser  
 aufgelöst, bleiben über dem Gefrierpunkte unverändert, unter dem-  
 selben werden sie zu Glaubersalz, welches krystallisirt, und zu  
 salzsaure Bittererde, welche aufgelöst bleibt, SCHEELÉ; diese Er-  
 scheinung hat nach BERTHOLLET darin ihren Grund, daß in der  
 Kälte die Löslichkeit des Glaubersalzes in Wasser bedeutend ab-  
 nimmt, die des Kochsalzes sehr wenig; auch hat GROTHUSS (Scher.  
 H. 2-2.) gezeigt, daß ein Gemisch von Kochsalz und Bittersalz,  
 mit Weingeist gekocht, in sich auflösende salzsaure Bittererde und  
 zurückbleibendes schwefelsaures Natron zerfällt, also offenbar die  
 Affinität des Auflösungsmittels zu diesem oder jenem Salze die dop-  
 pelte Affinität veranlaßt. In der Rothglühhitze entzieht das Kalium  
 dem Eisen, in der Weißglühhitze entzieht das Eisen dem Kalium  
 den Sauerstoff.

Scheinbare Umdrehungen der Verwandtschaftsgrößen liefern  
 folgende Fälle: Schwefelsaures Ammoniak wird durch Bitter-  
 erde zerlegt, und schwefelsaure Bittererde durch Ammoniak; in  
 diesen Fällen ist die Zerlegung nur eine halbe, und es bildet sich  
 nur eine flache proportionirte Verbindung. — Die, zuerst von  
 BERGMAN bemerkte, Zersetzung eines salpetersauren Salzes durch  
 Salzsäure, und in der Glühhitze auch durch arsenige Säure erklärt  
 sich aus der Zersetzung, die die Salpetersäure selbst dabei erleidet.  
 BERGMAN (*Opusc.* 3, 307 u. 321.)

*B. Umstände und Erfolge der Zersetzung.*

a. Die *Zeit*, in welcher sie erfolgt, hängt größtentheils von den (S. 39) angeführten, auf die Schnelligkeit der Vereinigung einwirkenden Umständen ab.

b. Diejenigen Zersetzungen, welche durch Einwirkung einer größern Affinität hervorgebracht werden, sind mit einer *Temperaturerhöhung* verbunden, welche gleich seyn möchte der Temperaturerhöhung, welche der zersetzende Körper *c* bei seiner Verbindung mit *a* hervorzubringen pflegt, weniger der Temperaturerhöhung, welche bei der Verbindung von *a* mit dem jetzt abgetrennten *b* statt fand.

c. Es tritt eine *Qualitätsänderung* ein, des in neue Verbindungen tretenden zersetzenden, und des zum Theil in seine Bestandtheile sich trennenden zersetzten Körpers; die heterogenen Zersetzungsproducte werden, so lange sie sich noch nicht nach dem verschiedenen specifischen Gewichte getrennt haben, ein trübes oder undurchsichtiges Gemeng darstellen.

Die Zersetzungsproducte sind:

α. Wägbare elastische Flüssigkeiten, Luft oder Dampf. Entwickeln sich dieselben auf einmal aus der ganzen sich zersetzenden Masse, und ist ihre Elasticität wohl gar noch durch Wärmeentwicklung erhöht, so bringt ihre plötzliche Ausdehnung Erschütterung der Luft, Knall, und Erschütterung der übrigen benachbarten Gegenstände, Zerschmetterung der Gefäße u. s. w. hervor. *Verpuffung, Detonation.* Schießpulver. Eine gewis unstatthafte, und von GAY-LUSSAC (*Ann. Chim. Phys.* 29, 53) gehörig gewürdigte, von BRIANCHON aufgestellte, Erklärungsart des Knalls mancher Knallgemische, s. in *Bibl. univers.* 28, 393. — Entwickeln sie sich nur allmählig aus einer liquiden Masse, so ist die Zersetzung von *Aufbrausen, Effervescenz* begleitet. Kohlensaures Kali und Schwefelsäure.

β. Tropfbare Flüssigkeiten, die sich allmählig nach ihrem specifischen Gewichte über einander lagern.

γ. Sind ein oder mehrere Zersetzungsproducte fest, so zeigen sie einen verschiedenen Cohäsionszustand je nach

er Natur, nach ihrer Vertheilung und nach der verschiedenen Geschwindigkeit, mit der die Zersetzung vor sich geht. Pulverig, Silber, — flockig, Alaunerde, — käsig, Horn, — körnig, schwefelsaures Kali. Metalle, allmählig durch Zersetzung ihrer Auflösung abgeschieden, bilden häufig, unter Mitwirkung der galvanischen Elektricität, krystallinische umähnliche Massen, *Metallbäume*, *Metallvegetationen*. Bleibaum, Zinnbaum, Dianenbaum.

Die Zersetzungen, deren Producte theils liquid, theils fest sind, heißen *Fällungen*, *Niederschlagungen*, *Präcipitationen*, und zwar, zum Gegensatz der falschen Fällungen, *echte* oder *wirkungene Fällungen*, *Præcipitationes coactae*. Der die Zersetzung bewirkende Körper, er sey einfach oder zusammengesetzt, ist das *Praecipitans*, *Fällungsmittel*: der sich bildende feste Körper, er sey einfach oder zusammengesetzt, ist der *fällte Körper*, das *Præcipitat*. Nur in einzelnen Fällen ist *Præcipitation* und *Abtrennung*; *Præcipitat* und abgeschiedener Körper; *Fällungsmittel* und abscheidender Körper gleichbedeutend. Kalkwasser mit Weingeist; Kalkwasser mit Kleesäure; kohlensaurer Kalk mit kleesaurem Kali.

Ist ein Zersetzungsproduct wirklich ein aus einer Verbindung ausgeschiedener Körper, so heißt es *Educt*, oder *Bestandtheil*; ist es hingegen die Verbindung eines Bestandtheils eines zersetzten Körpers mit dem zersetzten oder einem Theile desselben, so heißt es *Product*. Kohlensäure, durch Glühen von Zinn mit Quecksilberoxyd erhalten, ist *Product*; Kohlensäure, durch Zusammenbringen von kohlensaurem Kalk und Salzsäure erhalten, *Educt*.

Auf der Zersetzung der Verbindungen in *Educte* beruht die *chemische Zerlegung*, *Analyse* der Körper. Nachdem man zuvor *chemische Prüfungsmittel*, *gegenwirkende Mittel*, *Reagentien* in Gegenwart der einzelnen Bestandtheile erkannt, und also die *qualitative Analyse* beendigt hat, so nimmt man mittelst derselben eine *quantitative Zerlegung* vor, wo man jeden Bestandtheil seiner eignen Menge nach entweder für sich, oder in einer bekannten Verbindung befindlich darstellt. Die erhaltenen Bestandtheile müssen dem zersetzten Körper an Gewicht so viel als möglich gleich kommen.

Oft läßt sich ein erhaltener Bestandtheil wieder in Bestandtheile zerlegen; diese werden die *entfernten Bestandtheile*, *Principia remota*, eines Körpers genannt, zum Unterschiede von den *näheren* oder *Principia proxima*. Die näheren Bestandtheile des schwefelsauren Ammoniaks sind: Schwefel und Ammoniak; die entfernten: Schwefel, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff. Bestandtheile, welche sich nicht weiter zerlegen lassen, sind für uns *einfache Stoffe*, *Elemente*, *Urstoffe*; doch zu erwarten, daß mit den Fortschritten der Chemie manche jetzt als einfach anzusehenden Körper in heterogene Körper zerbar gefunden werden.

### III: GröÙe der Affinitäten.

Die Betrachtung der Collision der Affinitäten miteinander und mit andern Naturkräften leitet auf die Annahme, die verschieden große Affinität zwischen den verschiedenen Stoffen gemessen werden könne.

Es muß ein durch Zahlen ausdrückbares Verhältniß geben, in welchem die GröÙe der Affinitäten zu der GröÙe anderer Naturkräfte, namentlich der Schwerkraft, Adhäsion und Cohäsion steht, besonders da die Cohäsion häufig die Affinität besiegt, und ihre GröÙe durch Gewichte bestimmbar ist. Bis jetzt ist es aber noch nicht gelungen, diese *absolute AffinitätsgröÙe* zu erforschen.

Ferner muß auch das GröÙenverhältniß, in welchem verschiedenen Affinitäten der verschiedenen Materien zu einander stehen, die *relative AffinitätsgröÙe*, durch Zahlen ausgedrückt werden können. Die Methoden, deren man sich bedient hat, um diese, wenigstens annäherungsweise, aufzufinden, sind folgende:

1. Man mißt die Affinitäten untereinander, nach dem Resultate, der sich beim Zusammentreffen mehrerer Affinitäten zeigt, von dem Grundsatz ausgehend, daß immer die größere Summe der AffinitätsgröÙen den Erfolg bestimmt.

a sey verbindbar mit b, c, d, e. Die Verbindung a b wird durch c zerlegt, welches sich des a bemächtigt und b ausschließt; d scheidet c und e scheidet d von a ab, so kann man annehmen, daß e die größte Affinität zu a habe, und daß hierauf d, c

Hierauf beruhen die *Verwandtschaftstafeln*, *Fällungstafeln*, *e affinitatum*, von GEOFFROY, BERGMAN u. A., in welchem jeden Stoffe eine Columnne gewidmet ist, so daß alle verbindbare Stoffe in der Ordnung, wie sie sich einanscheiden, aufgeführt sind, und zwar derjenige, welcher alle ausscheidet, zu oberst. — Dadurch, daß man die Erfolge niedrigerer Temperatur, auf nassem Wege, von den Erfolgen höherer Temperatur, auf trockenem Wege, unterscheidet, werden doch nicht alle Abänderungen der Verwandtschaftsgröße ausgedrückt.

Findet man beim Zusammentreffen von 4 Stoffen eine Vereinigung von a mit b und von c mit d, so muß die Affinität von b + der Affinität von c zu d größer seyn, als z. B. die Affinität von a zu c und von b zu d. Aus diesen Erfolgen der Doppelwahlverwandtschaft berechnete GUYTON-MORVEAU annäherungsweise folgende Tabelle über die relative AffinitätsgröÙe zwischen einigen Säuren und einigen salzfähigen Basen:

	Schwefels.	Salpeters.	Salzs.	Essigs.	Kohlens.
	65	62	36	29	14
	62	58	32	26	9
	58	50	28	25	8
	54	44	20	19	12
alk	46	38	14	20	4
erde	50	40	16	17	6
erde	40	36	10	15	2

Man kann vielleicht die Adhäsion als eine anfangende Affinität ansehen, und annehmen, daß die AdhäsionsgröÙe zwischen zwei Stoffen mit ihrer AffinitätsgröÙe in einem gewissen Verhältnisse steht. — GUYTON-MORVEAU bestimmte die Adhäsion zwischen Quecksilber und verschiedenen andern Metallen, indem er Metallplatten von 1 Zoll Durchmesser statt der Waage an das eine Ende eines Wagbalkens und ins Gleichgewicht brachte, und, nachdem ihre untere Fläche mit in einem GefäÙe befindlichem Quecksilber in genaue Berührung gebracht war, die Gewichte bestimmte, die zu der Trennung der Platten erforderlich waren. Hier fand er, daß Gold erforderte 446 Gran, Silber 429, Zinn 418, Blei 397, Wismuth 372, Platin 282, Zink 267, Kupfer 142, Antimon 126, Eisen 115, Kobalt 8 Gran. Bei diesen Metallen verbinden sich die Metalle mehr oder weniger leicht mit dem Quecksilber, und die Erfahrung bestätigt daher der obigen Annahme. — Da es jedoch unmöglich ist, die Adhäsion zwischen denjenigen Stoffen zu bestimmen, welche eine Affinität gegen einander haben, weil diese sich sogleich verbinden und zwischen sich eine Schicht neuer Verbindung erzeugen, so läÙt sich durch die Adhäsion nur der geringste und



unwichtigste Theil der relativen Affinitätsgröſſe entdecken, da Schwierigkeiten, welche die genaue Bestimmung der Adhäsionsgröſſe noch sonst hindern, gar nicht zu gedenken.

3. Nach WENZEL's (*von der Verwandtschaft* S. 28) Annahme löst sich ein fester Körper in einem flüssigen desto schneller auf, je gröſſer die Affinität zwischen ihnen ist, so fern nach seiner Ansicht der flüssige Körper mit seiner Affinität eine bewegende Kraft, der feste eine zu bewegendes Last ist; je gröſſer daher die Kraft, desto schneller wird die Last bewegt werden. — Das Gesetz, daſs die Affinitätsgröſſe in umgekehrtem Verhältnisse mit der Zeit der Vereinigung stehen wäre vielleicht richtig, wenn man Cohäsion und specifisches Gewicht in Rechnung bringen könnte. Die Erfahrungen WENZEL's, welcher Metallcylinder von gleicher Höhe und gleichem Durchmesser, mit Ausnahme der einen Grundfläche, mit einem Lack überzog, und auf sie bei gleicher Temperatur und gleich lange Zeit Säuren einwirken lieſs, sind nicht beweisend, weil beim Auflösen eines regulinischen Metalls in Säuren mancherlei Affinitäten ins Spiel kommen, und weil WENZEL bisweilen verdünnte Säuren anzuwenden genöthigt war, welchen Umstand durch Rechnung auszugleichen, wie es WENZEL that, nicht sicher angehen möchte.

4. Häufig hat man angenommen, daſs die Affinitätsgröſſe mit der Menge des aufgelösten Körpers in einem bestimmten geraden oder verkehrten Verhältnisse stehe.

a. BERGMAN: Je mehr eine Säure von einer Basis trägt, desto gröſſer ist ihre Affinität zu dieser Basis, als zu einer andern; je mehr eine Basis von einer Säure trägt, desto gröſſer ist ebenfalls ihre Affinität zu dieser Säure, als zu einer andern.

b. KIRWAN: Je mehr eine Säure von einer Basis trägt, desto gröſſer ist die Affinität der Basis gegen die Säure; je mehr hingegen eine Basis von einer Säure trägt, desto geringer ist die Affinität der Säure gegen die Basis.

c. BERTHOLLET: Je weniger von b erforderlich ist, um a zu neutralisiren, desto gröſſer ist ihre Affinität, und daher: Je mehr eine Säure von einer Basis zur Neutralisation bedarf, und je mehr eine Basis von einer Säure zu ihrer Neutralisation bedarf, desto geringer ist die wechselseitige Affinität.

Keine dieser 3 sich widersprechenden Annahmen, die theils auf nicht ganz richtige Analysen der Salze, theils auf Hypothesen gestützt sind, stimmt mit den Affinitätsgröſſen überein, die man nach dem Verfahren 1) findet. Nach der BERTHOLLET'schen Lehre müſſte überhaupt der mit dem kleinsten Mischungsgewicht versehene

Die größte Affinität gegen die übrigen Stoffe zeigen, also Sauerstoff unter allen Körpern bei weitem die größte, dergleichen müßten nach jeder dieser Lehren, z. B. sämtliche Salzbasen zu sämtlichen Säuren, und umgekehrt sämtliche Säuren gegen sämtliche Salzbasen immer dieselbe Affinitätsordnung beobachten, ihr M.G. immer dasselbe ist, was aber alles mit der Erfahrung die Affinitätsgrößen, wenigstens wie sie nach dem Verfahren erhalten werden, im größten Widerspruche steht, wie folgende Tabelle zeigt, auf welcher die Stoffe nach ihrer durch das Verfahren) getheneu respectiven AffinitätsgröÙe nebst Angabe ihrer Ausgeglichenheit geordnet stehen.

Stoffe	Salpeters.	47,2 Kali	28,5 Kalk
nehmen auf:	nehmen auf:	nehmen auf:	nehmen auf:
47,2 Kali	80 Schwefels. *)	45 Kleesäure	
32 Natron	54 Salpetersäure	40 Schwefels.	
56 Baryt	36,4 Salzsäure	54 Salpeters.	
56 Strontian	36 Phosphorsäure	36,4 Salzsäure	
28 Kalk	75,4 Chlorsäure	22 Kohlensäure	
20 Bittererde	32 schwefl. Säure		
17 Ammoniak	22 Kohlensäure		

meine Gesetze, denen die AffinitätsgröÙe folgt.

1. Bei denselben 2 Stoffen: Verbindet sich a mit verschiedenen Mengen von b, so hält a die erste Menge von b größerer Affinität an sich, als die zweite, diese stärker, die dritte u. s. w.

2. Bei verschiedenen Stoffen:

a. Je einfacher die Stoffe sind, desto stärkere und vielfältigere Affinitäten zeigen sie; mit der Zusammengesetztheit nehmen die Affinitäten an Zahl und Stärke ab, bis endlich ganz aufhören; sonst würde die Chemie ins Unendliche gehen.

b. Stoffe, die sich auf demselben Grade der Zusammengesetztheit oder Einfachheit befinden, äußern gegen einander die größte Affinität; einfache Stoffe verbinden sich vorzugsweise mit einfachen, zusammengesetzte mit zusammengesetzten.

c. Je entgegengesetzter sich die Stoffe sind in Hinsicht auf sinnliche Attribute (unter Berücksichtigung von b),

sofern sich hierbei ein saures Salz bildet.

desto grössere Affinität zeigen sie gegen einander. Säuren und Metalle, Säuren und Alkalien.

#### IV. Wesen der Affinitäterscheinungen.

Ueber die Veränderungen, welche die Materien bei ihren chemischen Verbindungen und Trennungen erleiden, sind nützlich folgende Lehren aufgestellt.

1. *Atomistische*, worin angenommen wird, daß sich die sich verbindenden Materien in ihre Atome zertheilt und in einander lagern.

a. *Aeltere* atomistische Lehre von EPIKUR, LUCAS LESAGE. Es bewegen sich durch den Weltraum nach verschiedenen Richtungen Atome, welche, auf andere Körper treffend, diese sowohl gegen die Erde als gegen einander Bewegung setzen, woraus Schwerkraft, Cohäsion, Adhäsion und Affinität erklärt werden.

b. *Neuere* atomistische Lehre der Franzosen und Engländer; HAUY und DALTON. Jeder wägbare Stoff besteht aus kleinen Theilchen, welche wir nicht weiter zu trennen vermögen; diese kleinen Theilchen, Atome, haben eine bestimmte Form und Grösse und ein bestimmtes Gewicht. Ihre Form ist entweder das Tetraeder oder Parallelepipedon oder 3seitige Säule; die *Molecules integrantes* von HAUY; oder Atome sind Kugeln, und es sind erst je 4 solcher Atome einem Tetraeder, 8 zu einem Parallelepipedon, 6 zu einer 3seitigen Säule vereinigt, AMPÈRE (*Ann. Chim.* 90, 43). Die Atome sind weder zusammendrückbar, noch ausdehnbar; gleichartigen vereinigen sich mit einander vermöge inwohner Anziehungskraft zu grössern Massen, doch so, daß zwischen ihnen grosse Zwischenräume bleiben, die wahrscheinlich mit Wärme, dem Princip der Elasticität erfüllt sind.

---

\*) LE ROYER u. DUMAS (*Journ. Phys.* 92, 409) nehmen, der atomistischen Ansicht zuwider, an, der Raum, den eine Materie, Metall, Schwefel u. s. w. einnimmt, sey stetig von ihr erfüllt, und Zwischenräume zu enthalten; in diesem Falle muß das specifische Gewicht einer solchen Materie, multiplicirt mit dem Umfang der Atome, das Atomgewicht geben; und umgekehrt, da man das

Flüssigkeiten sind Aggregate von Atomen, wo jedes Atom in einer eigenen Sphäre Wärme umgeben ist, welche bei elastischen beträchtlich groß ist. Bei den elastischen Flüssigkeiten kann man annehmen, daß die Warmesphären, welche ein Atom umgeben, entweder einfachen, oder doppelten oder quadratischen Umfang haben, oder daß ihr Durchmesser entweder  $\frac{1}{10}$ , oder  $\frac{1}{1000}$  des Halbmessers beträgt, da sie (nach S. 40) bei gleichem Umfange hundertmal, oder tausendmal, oder ein Atom enthalten.

Wäre die Materie unendlich theilbar, so müßte sich auch die atmosphärische Luft, vermöge ihrer Elasticität, ins Unendliche theilen. Die Atmosphäre müßte dann nicht begrenzt seyn, sondern würde sich bis zu den übrigen Himmelskörpern ausbreiten und diese neuer Atmosphären bilden, deren Dichtigkeit der Masse und Anziehungskraft dieser Körper angemessen wäre. Daß man auf der Erde keine Atmosphäre wahrnimmt, könnte bloß daher rühren, weil dieselbe wegen der geringen Masse des Mondes sehr dünn und daher unmerkbar seyn mußte. Allein auch von der Erde und vom Jupiter, deren Massen viel beträchtlicher sind als die der Erde, läßt es sich astronomisch beweisen, daß sie keine Atmosphäre haben. Dieses zeigt, daß die Luft nicht bis ins Unendliche ausdehnt, sondern daß die in den obersten Regionen der Luft befindlichen Atome derselben sich nicht bis über einen gewissen Punkt hinaus von einander entfernen, sofern am Ende die Anziehung zur Erde dem Ausdehnungsbestreben das Gleichgewicht thut. WOLLASTON (*Phil. Ann.* 4, 251).

Die chemische Verbindung ist eine durch die wechselseitige Anziehung der heterogenen Atome bewirkte Nebeneinlagerung der heterogenen Atome zu zusammengesetzten Moleculen. Die Atome vereinigen sich nur in einfachen Verhältnissen von 1 zu 1, 2, 3, 4, 5 u. s. f., von 2 zu 3 und 5, von 3 zu 4. Die chemische Verbindung erscheint homogen, weil ein einzelnes Atom nicht sichtbar ist, und also auch nicht in einer gleichförmigen Ordnung vertheilte heterogene Atome.

Wenn man das spec. Gewicht und Atomgewicht kennt, so muß das Atomgewicht, mit dem spec. Gewicht dividirt, das Volumen der Atome als Quotienten ergeben. Sie berechnen diese Volumina bei verschiedenen Materialien, und glauben einfache Verhältnisse zu finden. Da jedoch obige Annahme, sobald man Atome annimmt, nicht zulässig, und vielmehr anzunehmen ist, daß bedeutende Zwischenräume statt haben, so ist das spec. Gewicht aller Atome das selbe ist (den Gesetzen der Schwerkraft gemäß), so ist vielmehr festzusetzen, daß der Umfang der Atome heterogener Körper sich eben so verhält, wie das Atomgewicht.

Ueber die Natur derjenigen den Atomen zukommenden Anziehungskraft, vermöge welcher sie sich mit heterogenen Atomen vereinigen, sind besonders folgende Ansichten aufgestellt: BUFFON klärte diese Kraft für identisch mit der Schwerkraft; die Verschiedenheit in der AffinitätsgröÙe verschiedener Stoffe leitete er von der verschiedenen Form ihrer Atome ab; je mehr sich die Atome vermöge ihrer Form annähern können, um so gröÙer muß die wechselseitige Anziehung seyn, und umgekehrt, weil die Schwerkraft im Quadrate der Entfernung abnimmt. (Dieser Grund ist ungenügend, denn wir sehen, daÙ 2 Körper, bei denen dieselbe Form der Atome angenommen werden muß, gegen einen dritten eine sehr verschiedene Affinität äußern; z. B. der oktaedrische Salpater und Diamant, oder das würfelige Kochsalz und Bleiglanz gegen Wasser). Auch GUYTON-MORVEAU hegte eine ähnliche Ansicht, die dann durch BERTHOLLET (s. u.) weiter entwickelt wurde. Da jedoch weder die verschiedene Form der Atome, noch die von BERTHOLLET zu Hülfe gerufene Cohäsion und Elasticität genügen, den großen Unterschied in der AffinitätsgröÙe bei den verschiedenen Stoffen zu erklären, so betrachten Viele die Affinität als von der mechanischen Anziehungskraft verschiedene, neben der in den Atomen inwohnende Kraft. Die Electrochemiker endlich nehmen diese Affinität für identisch mit der electrischen Anziehung an, nehmen im Allgemeinen an, die Anziehung zwischen 2 heterogenen Atomen sey um so gröÙer, je mehr der eine positiv-, der andre negativ-electrischer Natur sey, welche Hypothese im Einzelnen noch viele Abänderungen erleiden kann. Vergl. WINTERL (*N. Gehl.* 6, 1 u. 201); DAVY (*N. Gehl.* 5, 1); GROTTHERS (*phys. chem. Forschungen* 1, 44); BERZELIUS in den S. 23 u. 24 geführten Schriften; SCHWEIGGER (*Schw.* 5, 49; 6, 250 u. 251; 7, 302 u. 315; 8, 307; 9, 54, 330 u. 435; 14, 510; 25, 139, 216 u. 230); BECQUEREL (*Ann. Chim. Phys.* 24, 198).

Für die neuere atomistische Theorie spricht, daÙ sie eine deutlichere Vorstellung von der Krystallisation und der Ursache der Mischungsgewichte der einfachen und zusammengesetzten Stoffe zuläßt, schwieriger ist für sie zu erklären die Durchsichtigkeit der Körper.

2. *Dynamische Theorien*, worin angenommen wird, daÙ sich die sich vereinigenden Körper wechselseitig durchdringen.

a. KANT's Theorie. KANT (*in s. Anfangsgründen der Naturwissenschaft* 3. Aufl. S. 75) nimmt ebenfalls die Materie als für sich bestehend und zwar mit 2 Kräften, mit Expansivkraft und Attractivkraft begabt an. Eine Materie, an welcher die Sinne keine Poren wahrnehmen, wie Metall, u. s. f., ist nicht ein Aggregat von Atomen und leeren Zwischenräumen.

sondern sie erfüllt den Raum gleichmäßig, stetig; sie ist bei einem gegebenen Druck nur bis auf einen gewissen Grad zusammendrückbar, wo die mit der Zusammendrückung zunehmende Repulsivkraft überwiegt.

Wenn 2 Materien gegen einander Affinität zeigen, so ist sie durchdringlich für einander; bei einer vollständigen Auflösung kann man annehmen, daß sie sich durcheinander ins Unendliche vertheilen, so daß jeder der Stoffe gleichförmig durch die ganze Masse verbreitet ist. Jedoch erfolgt nach KAST'S Annahme in den gewöhnlichen Fällen nicht diese Zertheilung ins Unendliche; wenn sie indess erfolgt sey, so sey die entstandene Verbindung nicht mehr zu trennen.

Diese Ansicht erklärt sehr gut das homogene Aussehen der Verbindung; eben so die Durchsichtigkeit der Körper; noch hat sie nicht versucht, die Krystallisation und das Mischungsgewicht der Körper zu erklären; auch bleibt nicht wohl zu erklären, warum die Verbindung zweier nach ihrem specifischen Gewicht übereinander geschichteter Liquida in der Ruhe erst in sehr langer Zeit erfolgt.

b. *Naturphilosophische Ansicht.* Die Materie ist nichts für sich Bestehendes, sondern nur das Product aus dem Conflict der Expansivkraft mit der Attractivkraft. Sie erfüllt daher den Raum stetig, ohne leere Räume in sich zu schließen. Aus dem verschiedenen Verhältniß zwischen diesen beiden Kräften entspringen die verschiedene Cohäsion, Dichtigkeit, & alle Qualitäten der verschiedenen Materien.

Bei der chemischen Verbindung zweier Materien vereinigen sich nur die sie constituirenden Kräfte zu einer gemeinschaftlichen Summe, aus deren Conflict die neue Verbindung hervorgeht.

Diese einfach scheinende Theorie, welche Kraft als etwas ohne alle Möglichen annimmt, erklärt durchaus nicht genügend die Krystallisation, das Mischungsgewicht und besonders nicht die Manniglichkeit der Materien, da z. B. Körper von demselben specifischen Gewichte so sehr ihrer Natur nach verschieden seyn können.

*Anmerkung.* Sehr abweichend von der hier vorgetragenen Krafttheorie, die als eine mit den neuern Entdeckungen bereicherte LAMBERT'SCHE angesehen werden darf, ist die BERTHOLLET'SCHE. BERTHOLLET, von dem Grundsatz ausgehend, Schwerkraft, Cohäsion und Affinität seyen dieselbe Kraft, die sich bei der Affinität

zwischen den kleinsten Theilen und daher kräftiger äussere, lei-  
daraus vorzüglich folgende Sätze ab:

1. Alle Körper haben Affinität gegen alle übrige; die Affinitätsäusserung wird aber oft verhindert durch überwiegende Cohäsion, Elasticität oder Schwerkraft.

2. Zwei Stoffe können sich in allen möglichen Verhältnissen mit einander verbinden, wenn nicht die oben erwähnten Kräfte gewisse Schranken setzen; der Uebergang von einem Verbindungsverhältniss zum andern ist ein allmäliger, kein sprungweiser.

3. Je weniger von *b* nöthig ist, um *a* zu neutralisiren, desto entgegengesetzter müssen seine Attribute, desto grösser muß seine Affinität seyn; die zur Neutralisirung von *a* nöthige Menge von *c* u. s. f. steht daher im umgekehrten Verhältnisse mit ihrer relativen Affinitätsgrösse.

4. Wirken *b* und *c* in gleicher Menge auf *a* ein, so theilt sich *a* im Verhältniss ihrer Affinitätsgrösse theilen; wird das Gewicht von *c* verdoppelt, so wird auch damit seine Affinität verdoppelt, weil die Zahl der einwirkenden Theilchen von *c* verdoppelt ist. Das Product der relativen Affinitätsgrösse eines Körpers in sein Gewicht giebt seine absolute Verwandtschaftskraft, oder seine *chemische Masse*.

Nicht immer wird *a* zwischen *c* und *b* je nach der chemischen Masse, die sie ins Spiel bringen, vertheilt; Cohäsion und Elasticität bringen häufig Aenderungen hervor, indem sie allmählich *b*, oder *c*, oder *ab*, oder *ac* aus dem Affinitätsconflict entfernen und dadurch immer wieder neue Zersetzungen veranlassen, bis entweder blofs mit *b* oder blofs mit *c* vereinigt ist.

Diese scharfsinnige Theorie steht mit den genauesten Versuchen von PROUST, BERZELIUS \*) und DALTON in Widerspruch, da sich findet, dass alle durch grössere Affinität bewirkte Verbindungen proportionirt sind, und dass *b* von *a* durch *c* in den meisten Fällen rein abgeschieden wird, diejenigen Fälle ausgenommen, wo zwischen *a* und *b* eine besondere ebenfalls proportionirte Verbindung mit Ueberschuss von *b* möglich ist. Auch DULONG's Versuche (Ann. Chim. 82, 273; auch Schw. 5, 369), nach welchen kohlen-saurer Baryt, Strontian, Kalk und Bleioxyd beim Zusammenbringen mit schwefelsaurem, phosphorsaurem u. s. w. Ammoniak, Kali, Natron und Bittererde meistens nur unvollständig zersetzt werden, so dass man 4 Salze erhält, können nichts beweisen, da die Temperatur nicht beachtet wurde, während KÖLBEUTER (Pharm. 8, 181) gezeigt hat, dass der kohlen-saure Baryt in der Kälte das schwefelsaure Kali und Natron völlig zersetzt, während in der Hitze die Wirkung eine umgekehrte ist.

\*) BERZELIUS hält demungeachtet die BERTHOLLET'sche Lehre in seinen Versuchen für verträglich. DAVY ist anderer Meinung. Schw.



---

## Z w e i t e r T h e i l.

### S p e c i e l l e C h e m i e,

o d e r

Lehre von der Affinität der einzelnen Stoffe.

---

#### E r s t e r A b s c h n i t t.

#### Chemie der unwägbaren Stoffe.

---

Die unwägbaren, imponderablen Stoffe, Imponderabilien, ätherische Substanzen, strahlende Potenzen, Incoercibilien, unterscheiden sich vorzüglich durch folgende Merkmale von den wägbaren Stoffen :

1. Sie sind ohne Gewicht, wenigstens für unsre jetzigen Messungen.
2. Sie sind höchst expansibel und verbreiten sich daher stets schnell und nach geraden Richtungen, strahlend, durch diejenigen Räume, welche ihnen keinen Widerstand gegen setzen.
3. Sie durchdringen Körper, welche für sämtliche wägbaren Stoffe undurchdringlich sind.

Aus den zwei zuletzt genannten Eigenschaften ergibt sich ihre Verbreitung und Allgegenwart in den wägbaren Stoffen.

4. Sie offenbaren sich meistens nur wenigen un-  
Sinne unmittelbar; der Magnetismus keinem, das Licht  
die Wärme einem, nur die Elektrizität mehreren.

Die angeführten Eigenschaften machen es allerdings zweifelhaft, ob Materien als Ursachen der Empfindung der Wärme, Lichts u. s. w. anzunehmen sind, doch ist diese Annahme die einfachste und für die chemische Ansicht dieses Gegenstandes die gemessenste.

Die Imponderabilien sind: Licht, Wärme, Elektrizität und Magnetismus; da sie in der Physik ausführlicher betrachtet werden, so werden hier vorzüglich nur die chemischen Verhältnisse der 3 ersten gegen die Ponderabilien abgehandelt werden, mit Uebergang des Magnetismus, welcher auf die chemischen Verhältnisse der Ponderabilien keinen Einfluß zu zeigen scheint.

---

## Erstes Kapitel.

# L i c h t.

---

C. W. SCHERLE *von der Luft und dem Feuer. Ups. und Leipz. 1777 S. auch Opusc. 1, 21.*

HERSCHEL über die erwärmende und leuchtende Kraft der farbigen Sonnenstrahlen. *Gilb. 7, 137; 10, 68 und 12, 521.*

KARSTEN Resultat der von Herschel und Andern angestellten Untersuchungen über die Sonnenstrahlen. *Scher. J. 7, 663.*

C. W. BÜCKMANN über die Erwärmung verschiedener Körper durch Sonnenstrahlen. *Carlsr. 1811.*

SIEBECK über die Wärme prismatischer Strahlen. *Schw. 40, 129.*

FLAUGERGUES über die erwärmende Kraft der Sonne während des Sonnenfinsternisses. *J. Phys. 92, 435.*

BADEN-POWELL on Solar light and heat. *Phil. Ann. 7, 322, 401, 81, 287; 9, 201.*

— on light and heat from terrestrial sources. *Phil. Ann. 8, 181; 9, 181.*

BÉRARD über die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Sonnenstrahlen. Bericht hierüber von BERTHOLLET, CHAPPEL u. BIOT. *Gilb. 46, 376.*

WOLLASTON über gewisse chemische Wirkungen des Lichts. *Gilb. 39, 39.*

C. W. BÜCKMANN über den Einfluß des Lichts auf den in Gasarten gelösten Phosphor. *Scher. J. 5, 243.*

A. VOGEL über die Wirkung des Sonnenlichts auf den Phosphor. *Scher. J. 7, 95; 9, 236.*

- BERGAC u. TUBÉBARD über die chemische Wirkung des Lichts. Schw. 5, 219.
- BERGAC über die chemische Wirkung des Lichts in: *Göthe zur Farbenlehre*, 2, 716.
- BERGAC über die Wirkung des Lichts auf Chlor- und Wasserstoffgas. Schw. 263.
- BERGAC über die Wirkung des Lichts auf Phosphor. Schw. 7, 119.
- BERGAC über die Wirkung des Lichts auf Chlor- und Wasserstoffgas. *Lehrb. d. reinen Chemie* 1, 93; *Kastn. Arch.* 1, 443.
- BERGAC über die chemische Wirksamkeit des Lichts. *Gilb.* 61, 50.
- BERGAC über die Phosphorescenz der Körper. *Abhandl.* 1 bis 4. *Lehrb.* 1811 bis 20.
- BERGAC über les phosphorescences. *J. Phys.* 68, 444; 69, 5; 73, 41, 74, 101 u. 173 (die letzteren Abhandl. auch Schw. 8, 70 u. 115).
- BERGAC phosphorescentia maris. Gennae 1805.
- BERGAC über phosphorescirende Medusen, in *s. Reisen durch beide Indien* Leipz. 4, 173.
- BERGAC über phosphorische Erscheinungen in der organischen Natur, in *s. Biologie*. 5, 81.
- BERGAC über leuchtende Thiere. Schw. 10, 409; auch *Gilb.* 61, 113, und zwar hier mit Anmerkungen von Tilesius.
- BERGAC über Untersuchungen über das Leuchten des Meers. *Gilb.* 61, 36.
- BERGAC über das Leuchten des Meers mit Anmerkungen von Tilesius. *Gilb.* 61, 317.
- BERGAC über das Leuchten der *Lampyris italica*. *Ann. Chim.* 64, 38; auch *N. Gehl.* 5, 613.
- BERGAC über das Leuchten der Lampyren. *Bibl. univ.* 1821 Mai; auch *Ann. Chim. Phys.* 17, 151; *Gilb.* 70, 265; *Ausl.* Schw. 33, 254.
- BERGAC über das Leuchten der Wunden. Schw. 35, 228.
- BERGAC über das Leuchten der Rhizomorphen. *Verhandl. der Leop. Carol. Acad. d. Naturf.* 11, 603, auch Schw. 39, 259.
- BERGAC über das Licht, welches einige Körper von selbst und mit einer Fortdauer ausströmen. *Gilb.* 12, 129 und 292; die erste Hälfte in *Scher. J.* 8, 422.
- BERGAC über das Leuchten des faulen Holzes. *Scher. J.* 3, 3.
- BERGAC über das Leuchten des faulenden Holzes. *Scher. J.* 5, 3.
- BERGAC über das Leuchten bei der Weingährung. Schw. 40, 257.
- BERGAC leichte Methode, einen Lichtmagnet zu machen. *Crell chem. Ann.* 6, 179.
- BERGAC über einen neuen Lichtsauger. Schw. 14, 133.
- BERGAC über das Lichtreinsaugen der Phosphoren. Schw. 15, 171.
- BERGAC über vorzügliche Leuchtsteine. *Kastn. Arch.* 4, 347; 5, 88.
- BERGAC über Phosphorescenz durch Erwärmung und Reibung. *Phil. Mag.* 82, 28.
- BERGAC über Leuchten durch Erwärmung. *Ann. Chim. Phys.* 14, 288.
- BERGAC über das beim Krystallisiren sich entwickelnde Licht s. PICKER. *Tafel* 1787, 55. — SCHONWALD. *Crell Ann.* 1786, 2, 50. — SCHILLER. *Lehrb.* 1791, 54. — GIORBAT *J. Phys.* 36, 256, auch *Grøn J.* — HERRMANN. Schw. 40, 75. — BERZELIUS. *4ter Jahresber.* auch Schw. 44, 75. — SCHWEIGER. Schw. 39, 247; 40, HÜBNER. *Repert.* 15, 441, auch Schw. 41, 221; ferner Schw.

**Synonyme:** Lichtstoff, Lichterzeugender Stoff, Lichtmaterie, Lumière, Photogène.

Das Licht ist, derjenige Stoff, welcher in unserm Auge das Gefühl von Helligkeit, Licht, erregt.

*Physikalische Eigenschaften.*

1. Das Licht ist ungewichtig.  
 2. Es ist im höchsten Maasse expansibel; es breitet sich von seinem Entstehungsorte in geraden Linien, *Strahlen*, mit ungemeiner Schnelligkeit aus. Seine Stärke steht im umgekehrten Verhältnisse mit dem Quadrate der Entfernung von Lichtquell.

3. Es durchdringt die Luft und auch mehr oder wenig vollständig alle übrige *durchsichtige* Körper, während die *durchsichtigen* Körper dasselbe gar nicht, oder nur durch sehr dünne Lagen hindurch lassen.

4. Fällt es aus einem durchsichtigen Medium auf einen andern Körper, sie seyen durchsichtig oder nicht, so wird es zum Theil zurückgeworfen, *reflectirt*, und zwar unter demselben Winkel, unter dem es auffiel.

5. Geht ein durch ein dünnes Medium fallender Lichtstrahl nahe an einem dichtern Körper vorbei, so wird sein Lauf etwas verändert, er wird *inflectirt*, er erleidet eine *Biegung*, *Inflexion*.

6. Fällt ein Lichtstrahl in nicht senkrechter Richtung von einem Medium in ein anderes von verschiedener Dichtigkeit und Brennbarkeit, so wird sein Lauf ebenfalls abgeändert, das Licht wird *gebrochen*, *refrangirt*. Gelangt der Strahl von einem dichteren oder brennbareren Medium, so nimmt er in dem andern eine mehr senkrechte Richtung an, und umgekehrt.

Die Inflexion und die Refraction lassen sich erklären aus der mit der Dichtigkeit und Brennbarkeit zunehmenden Anziehung, Cohäsion der Körper gegen das Licht.

7. *Farbenzerstreuung*: Durch eine jede Brechung zerfällt sich ein ungefärbter Lichtstrahl in 7 farbige Strahlen zerlegt. Diese sind, mit dem brechbarsten angefangen: violett, indigo, blau, hellblau, grün, gelb, orange, roth. *Licht- und Farbenzerstreuung*.

Am meisten erhellend ist der gelbe und grüne. Noch weit über die Gränze des Violetts hinaus zeigt nach SEEBECK schwaches violettes Licht, welches allmählich farblos wird; eben so über die Gränze des Rothens hinaus rothes Licht. Jeder der farbigen Strahlen erleidet bei neuerung keine weitere Farbenveränderung.

Fällt das Licht unter einem bestimmten Winkel (bei von  $35$  bis  $36^\circ$ ) auf eine glatte Fläche eines Körpers, besitzt das von dieser reflectirte Licht besondere Eigenschaften, es ist *polarisirt*. Denn wenn es von hier aus unter demselben Winkel auf eine zweite glatte Fläche fällt, so wird es dann von dieser vollständig zurückgeworfen, wenn auf die erste Fläche auffallende und von der zweiten reflectirte Strahl in einer Ebene liegen, aber gar nicht, wenn der letztere mit dem erstern einen rechten Winkel bilden würde.

LAURENCE leitet diese Erscheinung von der Einwirkung der reibenden Körper auf die Lage der Lichttheilchen hinsichtlich ihrer ab.

In mehreren Medien, namentlich in den Krystallen, gehört das Licht zum regulären System gehören, auch in einigen krystallinischen thierischen Materien, wird der Lichtstrahl in zwei, entgegengesetzt polarisirte, Theile gespalten; s. *Strahlenbrechung*. Vergl. BREWSTER (*Schw.* 33, 340).

### *Chemische Verhältnisse des Lichts.*

## *Verhältnisse des Lichts gegen die übrigen Imponderabilien.*

### *1. Verhältniß des Lichts zur Wärme.*

#### *A. Wärmeerzeugung durch Licht.*

Alle gewichtigen Körper verschlucken einen Theil des Lichts, mit dem sie in Berührung kommen. Sie verschlucken desto mehr, je undurchsichtiger sie sind, und je

dunkler und rauher ihre Oberfläche ist; durchsichtige Körper und Körper mit weissen und glänzenden Oberflächen absorbiren am wenigsten, sofern sie das meiste Licht hindurch lassen, oder reflectiren. Je mehr ein Körper Licht verschluckt desto mehr erwärmt er sich im Sonnenlicht.

In einem Sonnenlicht, in dem ein Quecksilberthermometer 38° C. steigt, erhitzt sich eine reine Wismuthkugel von 1 Z. Durchmesser auf 50°, dieselbe Kugel, mit Tusch überzogen, auf 56°, mit Ruß überzogen auf 59°, mit weisser Farbe überzogen auf 43°; die mit blauer Farbe überzogene Kugel erhitzt sich stärker als die reine; die mit rother Farbe überzogene schwächer. BÖCKMAN

*Wärmecollector* von SAUSSURE u. DUCARCHAT.

Durch das vermittelst der Brenngläser und Brennspiegel concentrirte Sonnenlicht kann man eine der höchsten Temperaturen hervorbringen. Durch, während einer Sonnenfinsternis, angestellte Versuche hat FLAUGERGUES bewiesen, daß das Licht der Sonne es komme vom Rand der Scheibe, oder von ihrem Mittelpunkt gleich stark erwärmend wirkt. DANIELL's Annahme, als ob Sonnenstrahlen unter dem Aequator weniger Wärme erzeugen wirkten, als in den gemäßigten Erdtheilen, ist durch GAY-LUSSAC (*Ann. Chim. Phys.* 26, 375) widerlegt.

Das Sonnenlicht verliert nur sehr wenig von seiner wärmenden Kraft, wenn es durch eine Glasscheibe hindurchgeht.

Das durchs Prisma gebrochne Sonnenlicht zeigt die größte wärmende Kraft: nach LANDRIANI im Gelb; nach ROCHON zwischen Gelb und Roth; nach HERSCHEL und ENGLEFIELD jenseits der äussern Gränze des Roth; nach BÉCARD im äußersten Rand des Roth, während die wärmende Kraft des außerhalb dem Roth liegenden (fast) unsichtbaren Strahls nur  $\frac{1}{5}$  so groß sey; nach LESLIE im Roth, während außerhalb des Roth gar keine Erwärmung bemerkt werde. SEEBECK hat jedoch gezeigt, daß sich die erwärmende Kraft der farbigen Strahlen je nach der Natur des Prisma's ändert. Nach ihm steigt die erwärmende Kraft vom äußersten Rande des Violett, oder noch  $\frac{1}{2}$  Zoll ausserhalb desselben, wo sie am schwächsten ist, allmählig durch Blau und Grün hindurch, und sie erreicht ihr Maximum: bei einem mit Wasser gefüllten Prisma im Gelb; bei einem mit Vitriolöl oder mit einer Lösung von Salmiak und Sublimat zugleich gefüllten Prisma zwischen Gelb und Roth; bei einem Prisma von gewöhnlichem weissen Glas und Kronglas im vollen Roth, und bei einem Prisma von Flintglas ausserhalb des Roth. Von welcher Natur das Prisma jedes sey, so zeigt sich noch Wärme ausserhalb des Roth, die mit der Entfernung von Roth allmählig abnimmt. Nach POWELL hängt die erwärmende Kraft der farbigen Strahlen auch von der Farbe

erwärmenden Körpers ab, und ein mit Zinnober bemaltes Thermometer wird nach ihm im pomeranzen-gelben Strahle mehr erwärmt, als im rothen. Nach demselben gehen die wärmenden Strahlen des Prisma's, gleich den Sonnenstrahlen, durch Glas hindurch, ohne dadurch bemerklich an wärmender Kraft zu verlieren. Es gibt also neben dem Farbenspectrum auch ein *Wärmespectrum*. Nach HERSCHEL nimmt das Farbenspectrum nur  $\frac{3}{5}$  vom Wärmespectrum ein; nach ihm ist auch wegen der schwächern Brechung der Wärmestrahlen der Warmefocus etwas weiter (nach WOLSTON um  $\frac{1}{12}$ ) vom Brennglase entfernt, als der Lichtfocus.

Die zwei Spectra, die ein Prisma aus Doppelspath giebt, erwärmen beide gleich. BÉRARD.

Mondlicht, dessen Intensität sich zu dem des Sonnenlichts nach ROCHER  $= 1 : 250000$  bis  $300000$  verhält, durch einen Brennglase concentrirt, bringt nach den meisten Beobachtern keine Erwärmung hervor; nach HOWARD (*Sillim. amer. J.* 2, 327) nur geringe, durch ein empfindliches Photometer wahrnehmbare.

### B. Lichterzeugung durch Wärme.

Man kann keinen Körper bis zu einer gewissen Temperatur erhitzen, ohne daß er glühend würde.

Eisen wird durch Hämmern heiß; durch fortgesetztes Hämmern glühend. — Alle Körper werden bei derselben Temperatur glühend, nur Luft scheint nach WEDGWOODS Versuchen einer höhern Temperatur zum Leuchten zu bedürfen. Nach NEWTON wird Eisen im Dunkeln schwach-glühend bei  $335^{\circ}$  C., stark-glühend bei  $400^{\circ}$ , in der Dämmerung leuchtend bei  $474^{\circ}$ , im Hellen leuchtend bei ungefähr  $538^{\circ}$ .

### Erklärungsarten der Thatsachen von A und B:

1. Licht und Wärme sind derselbe Stoff; das in seiner Bewegung gehemmte Licht erscheint als Wärme. Häuft sich an einem Körper zu viel Wärme an, so entweicht sie zum Theil wieder als Licht, der Körper glüht.

Gegen diese sehr einfache Theorie, welcher auch BERTHOLET (*Statique chim.* 1, 203) den Vorzug giebt, läßt sich Folgendes einwenden: a. Das concentrirte Mondlicht erwärmt nicht. Doch ist dieses nach den neueren Versuchen noch nicht ausge-  
sucht und läßt sich auch wohl aus seiner geringen Intensität erklären). — b. Gerade die hellsten, lichtreichsten Strahlen des Farbenspectrums, Grün und Gelb erwärmen sehr wenig, und die erwärmende Kraft zeigt sich noch da, wo weder Farbe noch Licht zu merken ist. — c. Das Licht bewirkt chemische Veränderungen



der wägbaren Stoffe, die die Wärme nicht hervorzubringen vermag. (Diess liesse sich vielleicht aus der schnellern Bewegung des Lichts erklären).

2. HERSCHEL: Die Sonnenstrahlen bestehen aus Lichtstrahlen und davon verschiednen Wärmestralen; erstere sind brechbarer als letztere; daher zweierlei Spectra. Die Sonnenstrahlen erwärmen daher nur vermöge der Wärme, die sie enthalten. Das vom Monde aus auf die Erde geworfene Sonnenlicht hat auf dem Monde seine Wärmestralen verloren, daher kann es nicht erwärmen.

Einwendungen: a. Was wird aus den Lichtstrahlen, welche die Körper neben den Wärmestralen absorbiren, da die Körper ausser der Erwärmung, keine weitere Veränderung erfahren? — b. Warum kann ein Körper nicht sehr heiss werden, ohne zu glühen? — c. Warum lassen sich die in den Sonnenstrahlen angenommenen Wärmestralen durch Glas brechen, während die strahlende Wärme kaum ein wenig das Glas zu durchdringen vermag?

3. SCHEEL: Licht und Wärme bestehen beide aus Feuerluft und Phlogiston; das Licht enthält aber mehr Phlogiston als die Wärme; indem die Körper ihm diesen Ueberschuss entziehen, verwandeln sie es in Wärme. Die farbigen Strahlen unterscheiden sich von einander durch das Verhältniss des Phlogistons zur Feuerluft in ihnen; der rothe Strahl enthält am meisten Phlogiston, der violette am wenigsten\*).

Diese Theorie lässt sich ziemlich gut durchführen, wenn man statt Phlogiston die eine, statt Feuerluft die andere Elektricität setzt (s. die Verbrennungstheorie von BERZELIUS); und sich vorstellt, farbloses Licht unterscheide sich sowohl von der Wärme, als von den verschiedenen farbigen Strahlen blofs durch das verschiedene Verhältniss, in welchem die beiden Elektricitäten vereinigt sind. Jedoch müfste dieser Ansicht zufolge bei der Verwandlung von Licht in Wärme, und umgekehrt, die eine Elektricität frei werden, wovon bis jetzt noch nichts bekannt ist.

4. DELÜC. Alle wägbare Stoffe enthalten die hypothetische *Feuermaterie*, welche sich mit dem auffallenden Licht zu Wärme vereinigt.

---

\*) Den HERSCHEL'schen Versuchen und den chemischen Einwirkungen der verschiedenen Strahlen auf die ponderablen Stoffe zufolge wäre gerade das Gegentheil von letzterem anzunehmen.

2. *Verhältniß des Lichts zur Elektricität.*

Das Licht erscheint häufig als Begleiter der Elektricität; elektrischer Funken, Blitz. Ist es ein Bestandtheil der Elektricität, oder wird umgekehrt das Licht aus den beiden Elektricitäten zusammengesetzt, oder wird das Licht durch die Elektricität aus dem umgebenden Medium nur herausgetrieben?

3. *Verhältniß des Lichts zum Magnetismus.*

Wird eine Stahlnadel mit dem durch eine Linse concentrirten violetten Strahl des Spectrums vom Mittelpunkt gegen eine Spitze hin, welche stark nach Norden gerichtet ist, in 0 bis 27° C. wiederholt  $\frac{1}{2}$  Stunde lang gleichsam gestrichen, so wird sie vollkommen magnetisch. MORICHINI, RIEDEL — CONFUGLIACHI und Andern gelang der Versuch nicht.

4. *Verhältnisse des Lichts gegen die wägbaren Stoffe.*

*Veränderungen, welche durch die Einwirkung des Lichts in den wägbaren Stoffen hervorgebracht werden.*

Manche dieser chemischen Wirkungen des Lichts bestehen offenbar in Verbindungen, oder in Trennungen wägbarer Stoffe; die Natur anderer Veränderungen hingegen ist bis jetzt noch nicht genau bekannt. Die vorzüglichsten sind folgende:

A. *Verbindungen, durch das Licht bewirkt:*

1. Chlorgas vereinigt sich mit Wasserstoffgas zu salzsaurem Gas bei gewöhnlicher Temperatur nicht im Dunkeln, sondern nur im Lichte. GAY-L. u. THÉN.; und zwar nach SEEBECK zwar nur weißem und blauem, aber nicht unter rothem Glase (s. Bildung der Salzsäure). — 2. Chlorgas vereinigt sich mit Kohlenoxydgas nur unter Einwirkung des Lichts. J. DAVY.

B. *Mit Zersetzungen begleitete Verbindungen:*

1. Chlor vereinigt sich bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Wasserstoff des Wassers unter Entwicklung des Sauerstoffgases bloß im Lichte. — 2. Chlor zersetzt feuchtes Kohlenwasserstoffgas bloß im Lichte in Salzsäure und Kohlensäure.

3. Metalloxyde, mit Säuren vereinigt und in Weingeist oder Aether gelöst, treten nur bei Einwirkung des Lichts an diese or-

ganischen Flüssigkeiten Sauerstoff ab, und werden dadurch in Oxydule verwandelt. So wird in Aether gelöstes gelbes salzsaures Uranoxyd durch Licht zu dunkelgrünem salzsauren Uranoxyd, GEHLEN; — in Aether gelöstes salzsaures Eisenoxyd hinter weißem und blauem, nicht hinter rothem Glase zu salzsaurem Eisenoxyd, VOGEL; — in Weingeist gelöstes rothes schwefelblausaures Eisenoxyd zu farblosem schwefelblausauren Eisenoxydul (im Brennpunkt des Hohlspiegels in wenigen Minuten, von allen Strahlen des Spectrums im bläulichgrünen am schnellsten, auch sogar durch das 1 Zoll entfernte Licht einer Argandischen Lampe), GROTHUSS; — in Aether oder Weingeist gelöstes salzsaures Kupferoxyd zu Chlorkupfer im Minimum, GEHLEN, NEUMANN (*Schw.* 13, 358); — und in Aether aufgelöstes salzsaures Quecksilberoxyd hinter weißem und blauem, nicht hinter rothem Glase, zu Chlorquecksilber im Minimum, VOGEL; — so wird auch in Aether gelöstes salzsaures Goldoxyd am Lichte entfärbt (und zwar nach GROTHUSS am schnellsten im blauen Strahl), so daß es mit salzsaurem Zinn nur eine schwache Röthung macht, VOGEL; — und salzsaures Platinoxyd, in Aether gelöst, unter Absatz von wenig Platin am Lichte beträchtlich entfärbt, GEHLEN. — 4. Auch andere organische Stoffe nehmen oft nur bei Einwirkung des Lichts den Sauerstoff der in Säuren gelösten Metalloxyde auf. So fällen Kohle und Oel aus Gold- und Silberauflösungen die reinen Metalle nur bei Gegenwart von Licht; mit salpetersaurem Silberoxyd bezeichnete Leinwand schwärzt sich nur am Lichte; Papier, mit Goldauflösung befeuchtet, röthet sich am Lichte, oder auch im Dunkeln, wenn es nur bis zur anfangenden Röthe dem Lichte ausgesetzt war, SEEBECK.

5. Das Licht befördert die Vereinigung des atmosphärischen Sauerstoffs mit organischen Stoffen, wodurch sie etwas zersetzt und verändert werden. Auf diese Weise ist zu erklären die Entfärbung und das Morschwerden der mit Safflor, Blauholz, Brasilienholz, Curcuma und Wau gefärbten und der Sonne ausgesetzten Zeuge (welche Wirkung nach GAY-LUSS. u. THÉN. auch im Dunkeln durch Erwärmung bis zu 160 bis 200° C. in der Luft hervorgebracht wird); — die Entfärbung der Blumenblätter von Papaver Rhoeas, welche nach VOGEL hinter blauem Glase schneller erfolgt, als hinter weißem; das Verbleichen der blauen Blumen von Cichorium sylvestre, welches bei heiterem Wetter schneller erfolgt, als bei trübem, PAJOT DE CHARMES (*J. Phys.* 95, 112); — die Entfärbung der durch Digestion grüner Pflanzenblätter mit Weingeist erhaltenen grünen Tinctur (welche nach GROTHUSS im blaugrünen Strahl des Spectrums ihre Farbe am längsten behält); — dergleichen die grüne Färbung des gelben Guajaks, wenn es in einem Sauerstoffgas oder Luft haltenden Glase dem farblosen oder violetten Lichte dargeboten oder stark erwärmt wird, während das con-

arte rothe Licht wieder die gelbe Farbe zurückruft, WOLLASTON (3. 34, 271).

6. Die graue Auflösung des Iodstärkmehls in Wasser wird durch das farblose Licht und durch den gelben und grünen Strahl Spectrans unter Erzeugung von Hydriodsaure ganz entfärbt (brennpuncte eines Hohlspiegels in wenigen Minuten), durch rothen und blauen nur schwach und durch den violetten gar nicht, so daß dieser umgekehrt die entfärbende Wirkung des Tageslichts aufhebt. GROTHUSS.

### C. Trennungen, durch das Licht bewirkt.

1. Salze, die Krystallwasser halten, verlieren dasselbe in der Sonne, und zwar weit schneller hinter blauem Glase, als hinter rothem. A. VOGEL.

2. Concentrirte Salpetersäure zersetzt sich am Licht (so wie auch Glimmte) zum Theil in Sauerstoffgas und in salpetrige Säure, SCHERLE; und zwar findet dieses nach SEEBECK hinter rothem und blauem, nicht hinter gelbrothem Glase statt.

3. Viele reine oder mit Säure vereinigte Metalloxyde entwickeln am Lichte allen Sauerstoff, oder einen Theil desselben, oder zerfallen in Metall und in eine höhere Oxydationsstufe. So zerfällt das Beryoxyd in rothes Oxyd und in Sauerstoffgas; — Quecksilberoxydul in Quecksilber und rothes Oxyd; — Quecksilberoxyd in Wasser hinter farblosem oder blauem, nicht hinter rothem Glase, nach SEEBECK in Quecksilber, Quecksilberoxydul und Sauerstoffgas, während VOGEL Schwarzung ohne Entwicklung von Sauerstoff beobachtete; — so zersetzt sich in Wasser gelöster Sublimat am Lichte in Calomel, Salzsäure und Sauerstoffgas, BOULLAY; — wird Silberoxyd, ohne Zweifel, unter Sauerstoffgasentwicklung schwarz; — so wie auch das Goldoxyd in Gold und Sauerstoff zerfällt, und neutrales salzsaures Goldoxyd, in Wasser gelöst, nach SCHERLE am Lichte Goldfluttern absetzt.

4. Lebende grüne Pflanzentheile zerlegen bei Einwirkung des Lichts die Kohlensäure und entwickeln aus ihr das Sauerstoffgas. Hier ist das violette Licht unter den gefärbten das wirksamste, während die Pflanzen unter gelbem Glase blässer werden. LIEBIG, TESSIER.

### Durch das Licht bewirkte Veränderungen von unbekannter Natur.

Phosphor, in Luft, Stickgas, Wasserstoffgas, kohlensaurem Wasser oder luftleerem Raum befindlich, verwandelt sich am Lichte in einen rothen undurchsichtigen, schwer schmelzbaren Körper mit Unrecht als eine Verbindung des Phosphors mit Sauerstoff angesehen wird. BOCKMANN, A. VOGEL. Dieselbe Wirkung

erfolgt hinter blauem, aber nicht, oder viel langsamer, hinter einem Glase.

2. Die Farbe des rothen Bleioxyds wird am Lichte schmutzig

3. Calomel wird am Lichte dunkel, ohne Salzsäure und Sauerstoffgas zu entwickeln. A. VOGEL.

4. Frischgefälltes weisses Hornsilber wird am Lichte viel und dann schwarz. Von allen Strahlen des Spectrums wirkt das violette am stärksten schwärzend, SCHEELÉ. Mit Hornsilber abgezogenes Papier wird, dem Lichtspectrum ausgesetzt, über dem violetten Strahl und im violetten röthlichbraun, im blauen blau oder blaugrau, im gelben sehr schwach gelb oder gar nicht gefärbt, im rothen röthlich, unter dem rothen Strahl schwach röthlich, und zwar fällt bei Flintglasprismen, bei welchen sich die größte wärmende Kraft außerhalb des rothen Strahls zeigt, auch die Wirkung ganz außerhalb desselben. SEEBECK. Am Tageslicht gewordenes Hornsilber wird im rothen Strahl nach längerer Zeit blässer und röthlich; in dem Roth, welches durch das Zusammenfallen von Violett und Roth zweier verschiedenen Spectra gebildet wird, färbt sich das Hornsilber schön kermesinroth. SEEBECK. Das Spectrum von Grün bis Roth, durch eine Linse vereinigt, giebt einen blendenden Focus, der selbst in 2 Stunden das Hornsilber nicht schwärzt. BÉRARD. Hornsilber schwärzt sich unter violettem blauen und blaugrünen Gläsern, unter gelbgrünen und gelben bleibt es fast unverändert, unter gelbrothen wird es nach längerer Zeit nur schwach röthlich; durch Licht geschwärztes Hornsilber wird unter gelbrothem Glase bald heller und schmutziggelb oder röthlich. SEEBECK. Das lebhafteste, durch Verbrennen von Oelgas hervorgebrachte, Licht schwärzt nicht das Chlorsilber, BRANDÉ (*Chim. Phys.* 19, 215); eben so wenig das durch eine starke concentrirte Mondlicht, GAY-L. (ebendas. 19, 215).

5. Das gelbe Sadebaum- und Krausemünzöl wird am Lichte entfärbt; das blaue Chamillen- und das farblose Terpenthinöl wird gelb. VOGEL.

In fast allen bis jetzt untersuchten Fällen zeigt das violette und blaue Licht nebst dem farblosen die stärkste chemische Wirkung, während das rothe keine, oder sogar die entgegengesetzte ausübt. — Aber die chemische Wirkung des Spectrums erstreckt sich noch über den violetten Strahl hinaus, eine von RITTEN (*Gilb.* 7, 527; 12, 409) entdeckte und von WOLLASTON bestätigte Erscheinung. Nach BÉRARD ist der äußerste Rand des Violetts die chemische Wirkung am stärksten. Es giebt demnach ein Farbenspectrum ein W

trum, und ein dem letzteren entgegengesetztes chemisches Spectrum \*).

Die chemischen Wirkungen des Lichts lassen sich nur in wenigen Fällen mit Rensford, Gay-L. u. Thén. aus einer Temperaturerhöhung erklären, da die am wenigsten wärmenabführenden am kräftigsten wirken, und da meistens nur eine Verbindung, also mit Licht verbundene Wärme ähnliche Veränderungen bewirkt. Das Gemisch von schwefelblausaurem Eisen und Weingeist wird durch die Siedhitze sehr wenig entfärbt; das durch die Siedhitze entfärbte Iodstärkmehl erhält beim Erkalten seine Farbe wieder. GROTHIUS.

Nach kann man nicht gerade die violetten Strahlen des Lichts, die rothen oxydirende nennen, da die violetten auch Verbindungen des Sauerstoffs mit Guajak und Farbestoffen als Chloro mit mehreren Materien hervorbringen. Dafs wirklich ein Gegensatz zwischen der Wirkung des violetten und rothen Strahls statt finde, geht besonders aus SERAPHS Versuchen hervor.

#### 2. Entwicklung des Lichts aus wägbaren Stoffen.

Die Lichtentwicklung ist entweder rasch, lebhaft und mit Wärmeentwicklung verbunden, *Feuerentwicklung*; oder schwach, mit geringer oder gar keiner Wärmeentwicklung verbunden, *Phosphorescenz, Leuchten*.

*Lichtentwicklung durch chemische Wirkung der wägbaren Stoffe aufeinander.*

*Lichtentwicklung als Folge einer erwiesenen chemischen Vereinigung.*

Viele Stoffe entwickeln Licht und Wärme im Augenblick ihrer Vereinigung. Derjenige einfache Stoff, welcher am all-

gemeinsten jedoch nach GROTHIUS das blaue Iodstärkmehl am schnellsten das gelbe und grüne Licht, und das in Weingeist gelöste braune schwefelblausaure Eisenoxyd am schnellsten durch das blaue gelbe Licht entfärbt wird, so nimmt er an, ein farbiger Lichtstrahl entfärbt vorzüglich Materien von entgegengesetzter Farbe, und die in denselben seine eigene oder eine analoge hervorzurufen. — Diese Erfahrungen, nach welchen der rothe Strahl auf ein Gemisch von Sauerstoff und Wasserstoffgas, so wie auf braunes Bleioxyd am wirksamsten wirken soll (dessen chem. Elem. 1, 187) lassen sich nicht wohl mit den übrigen Thatsachen vereinigen.



gemeinsten bei seiner Verbindung mit den übrigen, u metallischen, als nicht metallischen Stoffen Licht und W entwickelt, ist der Sauerstoff, und der Act seiner Verbi mit andern Stoffen wird vorzüglich *Verbrennung* genannt. nach dem Sauerstoff am meisten bei seiner Verbindun den übrigen Stoffen Licht entwickelnde Körper ist das C ihm folgt das Iod; diesem Selen, Schwefel und Phosph Nur wenige zusammengesetzte Körper zeigen bei ihrer einigung Lichtentwicklung; z. B. Vitriolöl und Bittererde ryt und Wasser, Kalk und Wasser.

Das Licht war entweder schon in dem einen oder andern der sich vereinigenden Körper, oder in beide gleich gebildet vorhanden, und es wird nur abgeschi oder es wird erst bei der Vereinigung der beiden wäg Stoffe aus unwägbaren Bestandtheilen, die sie enthielten sammengesetzt, wo es am wahrscheinlichsten ist, mit Lu anzunehmen, der Sauerstoff, das Chlor u. s. w. | hierzu die eine, die Metalle u. s. w. die entgegenges Elektricität her. s. die verschiedenen Verbrennungstheorien Sauerstoff.

*b. Lichtentwicklung als Folge einer wahrscheinlichen chemis Vereinigung.*

*α. Phosphorescenz lebender organischer Körper.*

*1.) Leuchten lebender Thiere.*

Das Leuchten dieser Thiere scheint darin zu bestu dafs sie eine eigenthümliche, meist flüssige, Materie auss den, welche Phosphor oder eine andere, sich bei der wöhnlichen Temperatur mit dem Sauerstoff der Luft oder lufthaltigen Wassers unter schwacher Lichtentwicklung v nigende Materie enthält. Es scheint nicht blofs von dem ben des Thiers die Abscheidung dieser Flüssigkeit abzu gen, sondern auch von seinem Willen, ob dieselbe, Theil mittelst des Athmungsprocesses, mit dem Sauerst Berührung treten, und so Lichtentwicklung hervorbr



Dies ist auch SPALLANZANI's, HEINRICH's, TREVIRANUS's TILESIIUS's Ansicht, während CARRADORI und MACARTNEY Leuchten als eine Folge des Lebensacts ansehen, und nehmen, das verstärkte Leuchten im Sauerstoffgas rühre von verstärkter Lebensthätigkeit, das geschwächte Leuchten von verschiedenen andern Medien von verminderter Lebensthätigkeit her; allein da die von den lebenden Thieren getrennte Flüssigkeit zu leuchten fortfährt, so kann der Lebensact nicht die *unmittelbare* Ursache des Leuchtens seyn.

Die während ihres Lebens phosphorescirenden Thiere sind sämmtlich aus den niedern Classen, vorzüglich Insecten und Würmer.

*Amphibien*: Die frischen Eier von *Lacerta agilis*. HEINRICH.

*Fische*: Eine besondere Art von *Leptocephalus*.

*Coleopteren*: *Elater noctilucus*, *ignitus*, *Lampadion*, *retrospiciens*, *lucidulus*, *nictitans*, *Lucernula*, *Speculator*, *Janus*, *pyrophorus*, *luminosus*, *lucens*, *extinctus*, *Cucujus*, *Lucifer* u. *phosphoreus*; *Lampyrus noctiluca*, *splendidula*, *italica* u. *hemiptera* (diese nach LILLIGER nicht leuchtend); *Pausus sphaerocerus*; *Scarabaeus phosphoreus* LUCE (*J. Phys.* 44, 300); *Buprestis ocellata*.

*Orthopteren*: *Acheta Gryllotalpa*.

*Hemipteren*: *Fulgora laternaria* (von welcher Mehrere das Leuchten bezweifeln) u. *candelaria*.

*Myriapoden*: *Scolopendra electrica*, *phosphorea* u. *morsitans*; u.

*Arachniden*: *Phalangium*.

*Crustaceen*: Viele *Squillae*; *Cancer fulgens*, *macrourus* und andere; *Gammarus Pulex* (nur bisweilen) *caudisetus*, *longicornis*, *scutatus*, *circiunatus*, *heteroclitus* u. *crassimanus*; *Cyclops exilis*; *Oniscus fulgens*; einige Arten von *Monoculus*, *Amymone* und *plus*.

*Annularien*: *Nereis noctiluca*, *phosphorans*, *cirrigeria*, *mucronata*, *lata* und andere; *Spirographis SPALLANZANII*; *Lumbricus terrestris* (nach BRUGUIÈRE und FLAUGERGUES bisweilen im Octo-leuchtend), *simplicissimus* u. *Hirticauda*; *Planaria retusa*; *schinurus quadripes*.

*Mollusken*: *Pholas Dactylus*; alle Arten von *Salpa*, wie *pinnata*, *is*, *zonaria*, *vaginata*, *bicornis*, und von *Pyrosoma*.

*Zoophyten*: *Asterias noctiluca*; *Ophiura phosphorea*; sehr viele von *Medusa*, wie *pelagica*, *pellucens* (diese 2 Arten viel-

leicht identisch), scintillans, simplex, lucida, hemisphaerica, noctiluca, aurita; sehr viele Arten von Beroë, wie fulgens, globosa, Brasiliensis, micans, flava; Pennatula phosphorea, und alle übrige; Veretillum cynomorium; Alcyonium exos (beiden Thiere nach einer mir gefälligst mitgetheilten Beobachtung LEUKART's); Sertularia neritina und volubilis; mehrere Arten Physophora, Physalia, Rhizophysa und Stephanomia.

*Infusorien*: Leucophra echinoides; Trichoda triangularis, nulusa, Clava u. echinoides; Gleba pseudohippus, crispa, lina, deformis, Conus u. spiralis; Vorticella; Cercaria; Volvox.

Bei *Elater* zeigen sich zu beiden Seiten des Brustschilde länglichrunde leuchtende Stellen. Diese sind Drüsen, welche gelbe Masse enthalten, und zu welchen das Thier mittelst, von Lungengefäßen entspringender, Aeste viel, wenig oder keine gelangen lassen kann, womit stärkere, schwächere oder keine Entwicklung gegeben ist. Sogar an der Nadel leuchtet dieses noch 6 bis 8 Tage. SPINX.

Das Weibchen von *Lampyris noctiluca* u. *splendidula* (das Leuchtwürmchen), dessen Unterleib in 6 Segmente getheilt ist, leuchtet an deren Theile der 3 letzten Bauchringe, welche sich durch eine gelbe oder grünlichweiße Farbe von den braungefärbten Theilen des Körpers unterscheiden. Innerhalb dieser 3 letzten Ringe befindet sich das Leuchtende als eine gelblichweiße durchscheinende, verästeten Fasern und organisch gebauten Körnern bestehende Materie, die schwerer als Wasser ist, beim Trocknen gelb und durchsichtig wird, und deren Hauptmasse die chemischen Verhältnisse des löslichen Eiweißstoffs zeigt. (Nach HEINRICH kann aus dem Thiere eine klebrige leuchtende Materie auspressen, welche auch dem Wasser oder dem Oele die Eigenschaft zu leuchten theilt; nach MACARTNEY leuchtet diese Substanz nicht mehr wie sie vom Thiere getrennt ist; wogegen der die leuchtende Substanz enthaltende Beutel, vom Thiere getrennt, in der Luft mehrere Stunden, im Wasser 48 Stunden leuchtet). Das Leuchten des Thiers beginnt um 7 — 8 Uhr Abends und hört beim Sonnen gang auf. (Das Thermometer steigt nach MACARTNEY in Berührung mit den leuchtenden Käfern, aber nicht in Berührung mit abgetrennten leuchtenden Theilen des Schwanzes). Auf das Leuchten des Insectes hat keinen Einfluss: Mangel an Nahrung, Gewitter, Donner, Kerzenlicht. Es wird verstärkt durch wiederholtes schnelles Stoßen, und ist während der Bewegung des Thiers am häufigsten. Auf einige Zeit wird es unterbrochen durch Schlaf, durch Geräusch, geringes Stoßen oder Erkalten bis zu  $+ 12^{\circ}$  C., und hört das Leuchten von vornen nach hinten zu auf, wobei die Punkte am hintersten Ringe zu leuchten fortfahren. Die leucht-

## Leuchten lebender Thiere.

Im Wasser aufbewahrt, leuchtet 2 bis 3 Tage fort. — Ein lebendes Würmchen in Wasser von  $44^{\circ}$  C. und er-  
wärmt, so fängt es bei  $27^{\circ}$  zu leuchten an, leuchtet bei  $41^{\circ}$   
stärker, leuchtet noch bei einer höhern Temperatur, bei  
welcher bereits eripuit ist, und verlöscht für immer bei  $57$  bis  
man die Temperatur des Wassers bei  $37^{\circ}$ , so leuchtet  
noch lange nach seinem Tode fort, erlischt aber allmählig,  
wenn das Wasser bis zu  $25^{\circ}$  abgekühlt wird. Beim Erwärmen  
zeigt sich dasselbe, nur hört das Leuchten eher auf  
als wenn es lebend in der leuchtenden Materie. Todte, noch nicht  
eripuite Würmchen fangen in Wasser von  $44^{\circ}$  wieder zu leuchten  
an, wenn man das Wasser nach dem Erkalten des Wassers noch 2 bis 3  
Tage fort. Schneidet man einem Würmchen, welches  
leuchtet, den Kopf oder die leuchtenden Ringe ab, so  
erlischt das Licht nach 5 Minuten, kommt aber nach einigen  
Tagen schwächerem Grade wieder, 2 bis 3 Tage anhaltend,  
wenn man so oft man will, zu verstärken. Auch das Leuch-  
tensubstrat, die leuchtende Materie lässt sich durch mäs-  
siges Erhitzen verstärken und durch eine Hitze von  $53^{\circ}$  zerstö-  
ren. Ein von einer Elektrisirmaschine durch das Thier geleite-  
ter Strom oder wiederholte elektrische Schläge veran-  
lassen das Leuchten. Bringt man dagegen das im Wasser befind-  
liche Thier zwischen zwei Drähte in den Kreis der VOLTA'schen  
Säule, so leuchtet es augenblicklich, so lange die Verbindung dau-  
ert, und das Thier umgebende Wasser eine Temperatur  
von nur  $\frac{1}{2}^{\circ}$  zeigt. Eben so verhalten sich gegen die  
Säule die geköpften Lampyren; die 3 letzten Ringe;  
entnommene leuchtende Materie, wenn sie nicht  
selbst leuchtet. — Im luftleeren Raume leuchtet weder  
noch die leuchtende Materie, selbst bei der günstigsten  
oder bei Einwirkung der VOLTA'schen Säule; so wie  
auch, so stellt sich das Leuchten wieder ein. Auch un-  
ter dem Leuchten der leuchtenden Materie auf, wahr-  
scheinlich wegen gehinderten Luftzutritts. Im Sauerstoffgas und  
in reinem Sauerstoffgas scheint das Würmchen etwas lebhafter zu leuchten,  
als in der gemeinen Luft. (Das lebhaftere Leuchten im Sauerstoff-  
gas schon SPALLANZANI [Gibb. 1, 33] und FORSTER.  
Erst neuerlich müssen die Thiere, um sie zum Verlöschen zu  
bringen, einige Grade stärker erkaltet werden, wenn sie sich  
in reinem Sauerstoffgas, als wenn sie sich in der Luft befinden). Im  
Sauerstoffgas stirbt es sogleich und strahlt dann beim Erwärmen kurze  
Zeit ein rothrothes Licht aus. Im Wasserstoff-, kohlen-  
wasserstoff- und schwefelwasserstoffsaurem Gas stirbt das  
Würmchen bald, ohne beim Erwärmen Licht zu ent-  
wickeln. Auch nach SPALLANZANI verlöscht das Licht allmählig  
in reinem Wasserstoffgas, augenblicklich in kohlenwasserstoffsaurem

Gas). Auch die leuchtende Materie verliert in diesen Gasarten Licht. — Weingeist und Mineralsäuren, selbst sehr verdünnt, welche das Thier nicht sogleich tödten, machen das Licht des Thieres und der herausgenommenen leuchtenden Materie für immer löschen, und zwar die concentrirten Säuren augenblicklich. Durch diese Mittel, so wie durch Erhitzung, Kupfersalze, Sublimat, geht die leuchtende Materie immer in den Zustand des getrockneten Eiweißstoffs über, und hiermit ist die Leuchtkraft verlohren. MACAIRE.

Bei *Pausus* verbreiten bloß die Fühlhörner einen schwachen Lichtschein. AFZELIUS.

Bei *Fulgora* geht das Licht von der hohlen, mit den Leuchtgefäßen verbundenen Hervorragung am hintern Theil des Kopfes aus.

Die *Scolopendern* leuchten am ganzen Körper.

Die *Nereis* leuchtet besonders bei der durch Schiffe und andere Ursachen bewirkten Bewegung des Meeres; ihre leuchtende Materie läßt sich dem Wasser mittheilen. Nach VIVIANI leuchtet die *cirrigeria* von allen Thieren des mittelländischen Meeres am hellsten.

*Planaria retusa* leuchtet gleichmäßig am ganzen Körper.

Auch die *Pholas Dactylus*, Bohrmuschel, enthält einen leuchtenden Saft, der sich auspressen und mit Wasser, Oel, oder anderen leuchtenden Flüssigkeiten vermischen läßt. Die Bohrmuschel leuchtet nicht bloß äußerlich, sondern, nach dem Zerschneiden, auch im Innern; sie leuchtet noch 1—2 Tage nach dem Tode fort, bis sie fault. Ihr Licht zeigt sich zwischen 0 und 56°; gelinde Erwärmung verstärkt und verkürzt es, stärkere vernichtet es. Das Leuchten der Muschel zeigt sich lebhafter in verdünnter Kochsalz-, Salpeter-, Pottaschen- und Zuckerauflösung; es wird zerstört durch Schwefelsäure, Essig, Weingeist, Urin, durch Auflösungen von kohlensaurem Kali, Salmiak, Bleisalzen und Vitriol. Getrocknete Pholaden werden durch Befeuchten mit Wasser selbst nach Monaten wieder leuchtend. BECCARIA (*Comment. Bonon.* 2, 1, 2).

*Pyrosoma atlanticum* verbreitet ein sehr lebhaftes Licht, kommt im Meere oft in solcher Menge vor, daß man die Fackel 15 Fuß tief erkennen kann. Die Temperatur des Wassers, in welchem man dieses Thier bringt, wird um 1° C. erhöht, wie das auch bei den Salpen der Fall ist. KÜHL (*Schw.* 34, 364).

Das Licht der *Asterias noctiluca* verbreitet sich vom Mundpunkte aus in die Strahlen; auch die getrennten Strahlen und Stücke leuchten noch eine Zeit lang fort. VIVIANI.

Die leuchtenden Theile der von SPALLANZANI beobachteten *Meduse* sind: die großen Fühlfäden, der Rand des Deckels, der mit der Oeffnung des Deckels in Verbindung stehende Saugnapf. Diese Theile enthalten als leuchtendes Princip eine, von der man eine wässrige Flüssigkeit, zu welcher die ins Trockne gebrauchte

ganz zerfließt, völlig verschiedene dickliche klebrige  
welche anhaltend brennend stechend schmeckt, und auf  
verursacht (was übrigens auch der Saft von meh-  
le: tenden Medusen thut). Dieselbe läßt sich abschä-  
damit überzogene Körper leuchtend, und bildet mit  
und vorzüglich mit Milch einige Stunden lang leuch-  
te, deren Licht durch Erschütterung und Erwärmen  
vermehrt, und nach dem Verlöschen wieder hervor-  
während zu starkes Erhitzen das Licht für immer ver-  
m. (Solche leuchtende Flüssigkeiten lassen sich auch  
behalten der ganzen Medusen mit Wasser erhalten; be-  
hau hierzu des Seewassers, so leuchtet das Gemisch nur  
— Die Meduse leuchtet im Meere so lebhaft, gleich  
als, daß man sie einige 100 Schritte weit sehen kann.  
als lebhaftesten, wenn die abwechselnde Zusammenzie-  
Erweiterung des Deckels am lebhaftesten erfolgt; und auch  
von außen verstärkt das Licht. Mit dem Abnehmen die-  
sich mindert sich das Licht, und bei ihrem Aufhören  
noch ein sehr schwacher Schein übrig, der sich auch  
Tode bemerken läßt und erst bei eintretender Fäulnis  
sich, und der durch Reiben auf einige Zeit lebhafter wird.

Wenn man der im Wasser befindlichen *Medusa lucida* nimmt  
zu, bis sie in zu heißem Wasser stirbt. Im Wein-  
sich ebenfalls lebhafter, stirbt aber bald und verlöscht  
der einer ausgepumpten Glocke leuchtet sie im Wasser  
ne bei gewöhnlichem Luftdruck. Der elektrische Fun-  
ke Einwirkung; elektrische Schläge machen das Licht  
ablock verlöschen, worauf ein starkes Leuchten erfolgt.

*Pennatula phosphorea* leuchtet nicht der Stamm, son-  
die Fahne; und zwar bloß bei freiwilliger oder von  
bster Bewegung. Nach dem Tode erfolgt noch Leuch-  
Berührung, und es dringt aus der Fahne ein leuchten-  
hervor. SPALLANZANI.

Wenn eine *Physalia* in Weingeist, so verlöscht sie augen-  
und sie stirbt. — Die *Zoophyten* leuchten nicht in der  
ern bei Anstrengung und damit vermehrter Respiration,  
motion und Respiration bei ihnen eine und dieselbe  
ist. Ihr Licht mindert sich mit abnehmender Lebens-  
verlöscht mit dem Tode. Dieses tritt ein bei oft wieder-  
regung und damit angeregtem Leuchten. TELESIUS\*).

Leuchten des Meeres zur Nachtzeit, welches bald einen all-  
aber matten Lichtschimmer spendet, bald eine feurige

Es gab einige Menschen, deren Schweiß klebrig und leuchtend war, so daß das Leuchten sich der Wäsche mittheilte. Geruch dieses Schweißes war eigenthümlich phosphorisch. (*N. chem. Arch.* 2, 291; *Magaz. naturf. Fr.* 2, 248). Bismuth leuchten auch in Schweiß gerathene Pferde. Häufiger zeigt so eben gelassene menschliche Harn Phosphorescenz (*Gilb.* 49, 59, 262). Auch der Harn der *Viverra Putorius* u. *Mephitis* leuchten in dem Augenblick, wo ihn diese Thiere lassen, leuchten. — Leuchten der Thieraugen.

## II) Leuchten lebender Pflanzen.

### 1) Blitzartiges Leuchten.

Mehrere gelbe Blumen verbreiten zuweilen nach Sonnenuntergang an heitern Sommerabenden einen blitzähnlichen Schein.

So *Tropaeolum majus*, *Tagetes patula* u. *erecta*, *Calliopsis* off., *Helianthus annuus*, *Lilium bulbiferum* u. *chalconicum*, *Polyanthes tuberosa*. ELIS. LINNÉ (*Abh. d. Schwed. Akad.* 291), HAGGREN (*N. Abh. d. Schwed. Akad.* 9, 59), JONSSON (*Schw.* 31, 361).

### 2) Stetiges Leuchten.

Einige Pflanzen verbreiten im Dunkeln ein schwach anhaltendes Licht; wahrscheinlich, sofern sich auch in ihnen eine bei gewöhnlicher Temperatur mit Lichtentwicklung verbrennbare Materie erzeugt, die jedoch nicht sowohl phosphorisch, als vielmehr eine Kohlenstoff und Wasserstoff haltende Verbindung seyn möchte.

Fläche darstellt, bald nur da leuchtet, wo es durch Schiff oder Ruder in Bewegung gesetzt ist, bald einzelne Funken, Sternförmige Kugeln, Ketten und Bänder zeigt, scheint aus mehreren hier angeführten und anzuführenden Lichtentwickelungen zu erklärt werden zu müssen.

Das allgemeine Leuchten des Meeres wird, außer andern Ursachen, vorzüglich hervorgebracht durch kleine krebbsartige Thiere, deren Licht mehr funkelnd ist, durch Nereiden und durch viele Medusen; beim Filtriren eines solchen Seewassers bleibt das Leuchten auf dem Filtrum, SPARRMANN, TILGSTRÖM; die einzelnen leuchtenden Stellen rühren von größern Medusen, von Salpen, Pyrosomen her, welche das lebhafteste Licht ausstrahlen. TILGSTRÖM. Außerdem kann das Meer noch leuchten durch leuchtende Fische verschiedener Seethiere, und vielleicht auch durch Insolation, welches letztere auch eine Erfahrung von HELLWIG (*Gilb.* 50) spricht.



Die Blätter von *Phytolacca decandra* leuchteten im September 9 bis 12 Uhr Nachts bald mit blaugrünem, bald mit gelbgrünem Lichte, je nachdem der Luftzug stärker oder schwächer war, blieben auch nach dem Abwischen leuchtend. SZÜTS (*A. Tr.* 54).

Der scharfe Milchsaft von Cipó de Cunanam (einer in Brasilien wachsenden, wahrscheinlich zum Geschlecht *Euphorbia* gehörenden Pflanze) leuchtet, wenn er bei der Verletzung der Pflanze fließt, mehrere Secunden. MORNAY (*Gilb.* 56, 36-).

Das Leuchten der in Bergwerken vorkommenden Rhizomorphen *terreana stellata* u. *aidacla* zeigt sich zwar am ganzen Gewächs, doch vorzüglich an den weißlichen Triebspitzen; es ist lebhafter bei jüngeren Pflanzen, als bei ältern; lebhafter, wenn sie an nassen, warmen Orten der Grube wachsen, als an trocknen, kalten, es wird durch Erwärmen bis zu 40° C. verstärkt. Die Rhizomorphen leuchten in Sauerstoffgas lebhafter, als in gemeiner Luft. Wenn sie mit letzterer und wenig Wasser in einem Glase eingegeben, so leuchten sie oft 9 Tage lang fort, und das Sauerstoffgas derselben ist dann größtentheils verzehrt und in ein, nicht ganz reines, Maass von kohlensaurem Gas verwandelt. Haben diese Rhizomorphen im feuchten Zustande in der Luft zu leuchten aufgehört, läßt sich das Licht durch elektrische Funken oder durch Sauerstoffgas nicht wieder erwecken; dasselbe wird dagegen oft durch Austrocknen wieder hergestellt, wenn es durch einiges Austrocknen verloren gegangen war. Das Leuchten hört im luftleeren Raume auf, und kommt beim Hinzulassen von Luft wieder, selbst nachdem die Pflanze 2 Stunden im leeren Raume befunden hatte. Eben so hört die Pflanze im Stickgas zu leuchten auf, und leuchtet wieder beim Zutritt von Luft. Dagegen verliert die Pflanze im Wasserstoff-, Kohlenoxyd- und Chlor-Gas ihre Leuchtkraft für immer, so daß selbst das Eintauchen derselben in Sauerstoffgas kein Licht erweckt. BISCHOF. Vergl. auch Schw. 44, 65.

FRISCHLEBEN sah Rhizomorpha pinnata leuchten.

Nach LINNÉ leuchtet *Byssus phosphorea* L. oder *Dematium lacinum* Pers.

Nach FUNK und BRANDENBURG leuchtet die in Höhlen vorkommende *Schistostega osmundacea*. Dieses ist nach v. EISENBECK'S Angabe dasselbe Moos, welches GILBERT (*Gilb.* 30, 242) in der Grube am Harz mit smaragdgrünem Lichte phosphoresciren sah.

Nach DECLUZEAU leuchten mehrere Conferven bei Montpellier.

### β. Phosphorescenz faulender organischer Körper.

Mehrere organische Körper entwickeln nach ihrem Tode Licht, bald noch vor der eigentlichen Fäulniß, bald mit ihr zugleich.



### 1) Leuchten faulender Thiere.

Es scheint bei einer bestimmten Temperatur, und in Gegenwart von Feuchtigkeit und Sauerstoffgas in vielen todt<sup>en</sup> Thieren, besonders den Seefischen, vor der eigentlichen Fäulniß, eine Zersetzung zu erfolgen, deren Product ein Schleim ist, dessen Bestandtheile in der kleinsten Menge vorhandenen Sauerstoffs unter schwacher Licht- und unbemerklicher Wärmeentwicklung verbrennen.

Sehr selten leuchten menschliche Leichname, so wie das Fleisch der Ochsen, Kälber, Hammel, Lämmer, Schweine, Hühner, Adler, Schwalben und Schlangen; auch Hühnereier hat man beim Öffnen einmal leuchtend bemerkt. Am leichtesten leuchten die Seefische namentlich: *Squalus Spinax* u. *Pristis*; *Tetrodon Mola*; *Muraena Helena*; *Gadus Aeglefinus*, *Morhua*, *Merlangus* u. *virens*; *Coryphaena Hippurus*; *Cottus Scorpius* u. *cataphractus*; *Pleuronectes Platessa*; *Scomber Scomber* u. *Pelamis*; *Perca marina*; *Trigla voltans*; *Clupea harengus*; *Salmo Salar* u. *Trutta*. Die Süßwasserfische kann man nur schwierig zum Leuchten bringen, wenn man sie mit Salz eingerieben an einen temperirten Ort legt; HEINRICH brachte nach vielen vergeblichen Versuchen auf diese Weise einmal den *Esox Lucius* zum schönsten, den *Silurus Glanis* zum schwachen Leuchten. HULME bewirkte das Leuchten sehr junger Kaulquappen, indem er sie in Kochsalz- oder Glaubersalzlösung aufbewahrte. Auch leuchten noch die *Sepia off.*, *Loligo* und andere Arten; nach LEUKART todt<sup>e</sup> *Aplysien*, *Doris*-Arten und *Holothurien*; nach TIEDEMANN todt<sup>e</sup> Seesterne; nach REDI eine *Taenia*; nach REDI, SPALLANZANI und TILLESius Medusen, 24 Stunden nach ihrem Tode, und nach einer Beobachtung von LEO ALLATIUS die Leberbleibsel gekochter Krebse.

Das Leuchten zeigt sich 1 bis 2 Tage nach dem Tode der Thiere, wenn sie sich, weder gekocht noch eingesalzen, in festem Zustande bei einer Temperatur von ungefähr 12 bis 18° in Berührung mit Luft oder Sauerstoffgas befinden. Dagegen tritt das Leuchten weder in kohlensaurem und in hydrothionsaurem Gas ein, noch auch, wenn sie durch Zusammenpacken vor dem Luftzutritt verwahrt sind, wo man sie im Winter noch nach 14 Tagen durch Aussetzen an die Luft zum Leuchten bringen kann, z. B. die Schellfische, HEINRICH.

Das Leuchten zeigt sich zuerst am Kopfe der Fische, besonders um die Augen herum, dann am Bauch und endlich am Schwanz MARTIN (*Schwed. Abhandl.* 23, 224). Nach DESSAIGNES leuchten vorzüglich die Aponeurosen, Ligamente, Kapseln, Milchen, und schleimige Theile, nicht die musculösen; die innern Theile fangen erst an zu leuchten, wenn sie einige Zeit der Luft ausgesetzt wi-

Es schwitzt aus den Thieren ein anfangs klarer flüssiger aus, welcher zähe und trübe und damit auch leuchtend Dess. (Ein solcher leuchtender Schleim wurde auch bei Fische der Säugethiere bemerkt). Dieser leuchtende Schleim breitet sich über die Finger und andere fremde Körper verbreiten.

Bildete eine leuchtende Auflösung desselben in Wasser, oder verdünnter Kochsalz-, Glaubersalz- oder Bittersalzlösung, indem er diese Flüssigkeiten mit Haring- oder Wittlingsschleim zusammenbrachte; es bildete sich nach 3 Tagen ein leuchtender Ring auf ihrer Oberfläche; beim Schütteln wurde die ganze Flüssigkeit leuchtend, oft mehrere Tage lang.

Nach HULME bemerkt man beim Leuchten keine Temperaturerhöhung. Nach DESSAIGNES erzeugt sich während des Leuchtens in der Luft Kohlensäure.

Kälte unterbricht das Leuchten; geringe Temperaturerhöhung verstärkt es; Siedhitze vernichtet es für immer. HULME. — Abkochung des Wassers geht die leuchtende Kraft des Fisches verloren; z. B. wenn man ihn in einer Flasche aufhängt, in der kochender Kalk befindet. Dess. Ähnlich wirken vielleicht auch Auflösungen verschiedener Salze, Alkalien, Schwefelalkalien, Weingeist, Aether; doch mag ihre lichtzerstörende Wirkung einen andern Grund haben, da auch verdünnte Säuren, z. B. Hydrothionsäure und Kalkwasser das Leuchten zerstören.

Das durch concentrirte Salzlösungen aufgehobene Leuchten kann durch Abwaschen mit Wasser wieder hergestellt werden.

H. Das Leuchten wird verstärkt, aber auch verkürzt durch verdünnte Auflösungen von Kochsalz, Glaubersalz, phosphorsaurem

Bittersalz, Salpeter, Zucker, Honig. HULME. — Ein todter Fisch verliert nach HULME an Helligkeit im luftleeren Raum; nach DESSAIGNES hört er darin zu leuchten auf, und fängt an zu leuchten bei Zutretender Luft. In Stickgas, Wasserstoff, kohlensaurem und hydrothionsaurem Gase leuchtet der Fisch kurze Zeit. Dess., HULME. In ausgekochtem Wasser oder in verdünnter Salzlösung verlöscht er bald bei abgehaltenem Luftzutritt; so wie er hinzukommt, so tritt wieder Leuchten ein, welches je nach Menge der Luft verschieden lange dauert. In gewöhnlichen Oelen leuchtet der Fisch noch 24 Stunden lang; ist das Oel ausgekocht, so erlischt er sogleich darin. DESSAIGNES. Ein Fisch, sich selbst überlassen, leuchtet einige Tage fort, bis die eintretende Fäulnis anfängt, mit welcher das Licht verschwindet.

## II) Leuchten faulender Pflanzen.

Nach der völligen Verwesung verschiedener Pflanzen geht bisweilen, bei Gegenwart von Feuchtigkeit und Luft und bei mäßiger Temperatur, eine Zersetzung

voraus, durch welche eine Materie hervorgebracht wird, cho, gleich dem Phosphor, bei gewöhnlicher Temperatur verbrennt und dabei viel Licht und wenig Wärme entwickelt. Doch kann diese Materie kein Phosphor seyn (besonders bei Holze, welches keinen enthält), sondern sie ist eher als eigenthümliche, aus der Zersetzung der ursprünglichen Bestandtheile hervorgegangene, leicht verbrennliche organische Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff betrachten.

Das Leuchten zeigt sich besonders häufig am *Holze*, sowohl der Wurzel, als des Stammes und der Aeste. Man hat das Leuchten bemerkt beim Holze der *Quercus Robur*; *Fagus Castanea sylvatica*; *Betula alba* u. *Alnus*; *Corylus Avellana*; *Pinus Abies*, *Strobus*, *picea* u. *sylvestris*; *Juglans regia*; und einiger Weidenarten.

Seine Zersetzung muß bei mäßiger Feuchtigkeit und fast gehaltener Luft vor sich gehen, wo es weils bleibt; bei zu großer Nässe und bei Luftzutritt zerfällt es zu einem braunen Staube, ohne zu leuchten. Das leuchtende Holz ist oft noch ziemlich fest und wenig zersetzt, und JOHN (*Schw.* 14, 415) sah Holzsplinter eines frischgefällten Fichte leuchten. Verbrauchte Teicheln, aus der Erde genommen, werden häufig leuchtend. Nimmt man, seit einigen Jahren abgestorbene, Wurzeln aus der Erde, und verwahrt sie in einem mäßig feuchten Orte, so fangen sie häufig nach einigen Tagen an zu leuchten. HEINRICH. — Das Leuchten wird nach DESSAIGNES schon bei  $+ 6^{\circ}$  unterbrochen, nach HEINRICH aber es sich noch bei 0, zwar schwächer, aber desto länger, über Tage lang. Siedendes Wasser vernichtet das Leuchten auf dem Holz, in der Luft bis zum Siedpunct erhitzt, erhält durch kaltes Wasser seine leuchtende Kraft wieder. HEINR. — Das Holz verliert seine leuchtende Kraft durch Austrocknen; Holz, welches in der Luft ausgesetzt, nur 2 bis 3 Tage lang leuchtet, leuchtet in festes Fließpapier eingewickelt 14 Tage lang fort, HEINR.; in einem Gefäße, welches gebrannten Kalk enthält, hört es schnell zu leuchten auf, Dess.; durch mäßiges Befeuchten löst sich das Leuchten einigermaßen wieder herstellen.

In Sauerstoffgas leuchtet das Holz nicht länger und nicht so stark, als in gemeiner Luft. HEINR. Dess. Nach BÖCKMANN und GÄRTNER leuchtet es darin nicht lebhafter, aber doch länger, nach SPALLANZANI lebhafter. Nach Dess. leuchtet es lebhafter und kürzer in comprimierter Luft; im luftleeren Raum hört es bald auf, ihm allmählig zu leuchten auf; HEINRICH konnte das Leuchten durch Luftverdünnung nicht vermindern. — In Stickgas, Wasserstoffgas und Phosphorwasserstoffgas leuchtet das Holz nur einige Stunden.

und leuchtet dann nach SPALLANZANI von Neuem bei zugeführter Luft; in Salpetergas, Fluorsiliciumgas, Chlorgas, Ammoniakgas, salzsaurem, kohlensaurem und hydrothionsaurem Gas erlischt in einigen Minuten, und kann nun zum Theil nicht mehr Luft zum Leuchten gebracht werden. — Die Phosphoreszenz dauert erst nach 6 bis 24 Stunden auf in ungekochtem Wasser, fettem Oel und in Quecksilber; schneller in Weingeist, Aether, ausgekochtem Oel, Kalkwasser, Auflösung der Schwefelalkalien, verdünnten Säuren und Salzaufösungen; augenblicklich in verdünnter. Gesättigte Salmiak-, Salpeter- und Kochsalzaufösungen bewirken anfangs stärkeres Leuchten. GÄRTNER, HEINRICH, DEBIGNES.

Beim Leuchten in Luft oder Sauerstoffgas wird Sauerstoff consumirt und kohlensaures Gas erzeugt ohne beträchtliche Verminderung des Luftumfangs. DESS. — Die aus dem faulenden Holze entwichene Luft enthält neben viel kohlensaurem Gase ein wenig Sauerstoffgas. DESS. Hieraus erklärt es sich, warum das Holz in solchen Medien einige Zeit fortleuchtet, welche kein Sauerstoffgas enthalten, wosfern sie nicht zerstörend auf die leuchtende Substanz wirken.

Kartoffeln, bis zum aufkeimenden Keimen im Keller aufbewahrt, leuchten auch einmal beim Zerschneiden leuchtend (*J. Phys.* 33, 225, *Ann. J. d. Phys.* 2, 429). — KORTUM (*Voigt h. Mag.* 3, 184) sah mehrmals noch ziemlich frische Baldrianwurzeln leuchten. Auch, im Herbst gesammelte Tormentillwurzeln sah man vorwiegend an denjenigen Stellen leuchten, wo die vorjährigen Knollen sich hatten (*Berl. Jahrb.* 1, 174). — Auch Kürbisse, Schwamm und Tofel sollen bisweilen phosphoresciren.

GOBEL (*Schw.* 40, 257) liefs mit Zucker versetzten Himbeersaft in einem Fafs gähren, in dessen Spund sich eine 1 Zoll dicke, 12 Zoll lange, bis oben mit demselben Saft gefüllte Glasröhre befand, durch welche das sich bei der Gährung entwickelnde kohlensaure Gas hindurch steigen mußte. Die so in der Röhre aufsteigenden Gasblasen zeigten sich über 1 Stunde lang leuchtend. Das Licht der Blasen war am stärksten da, wo sie aus dem Fasse in die Röhre traten, und es nahm beim Aufsteigen immer mehr ab, bis es hörte da, wo die Blasen mit der Luft in Berührung kamen. Fing man das Gas auf, indem man die genannte Röhre mit einer Gasentwicklungsröhre in Verbindung setzte, so verhielt es sich nicht mehr, zeigte sich geruchlos und verhielt sich wie Ammoniak wie reines kohlensaures Gas. (GOBEL und RIGGER leiten diese Lichtentwicklung vermuthungsweise von der Zersetzung ab; doch könnte dem kohlensauren Gase auch eine sehr kleine Menge einer durch Gährung erzeugten flüchtigen und brennorganischen Materie beigemischt gewesen seyn, welche durch Sauerstoff der Luft, welchen der in der Glasröhre befindliche

Saft wahrscheinlich absorbirt enthielt, unter Lichtentwicklung verbrannt wurde, noch ehe die Blasen im obern Theil der Glasröhre angekommen waren).

*B. Lichtentwicklung, hervorgebracht ohne chemische Aenderung des Ponderabile der Körper.*

*a. Lichtentwicklung nach dem Aussetzen an das Licht.*

Sehr viele Körper haben die Eigenschaft im Dunkeln zu leuchten, wenn sie vorher dem Lichte ausgesetzt gewesen waren, sie zeigen *Phosphorescenz durch Insolation oder Bestrahlung*; wahrscheinlich, sofern sie beim Aussetzen ans Licht einen Theil desselben vermöge schwacher Affinität unverändert in sich aufnehmen, den sie in einem dunklen Raume wieder fahren lassen, weil hier das Bestreben des Lichtes, sich gleichförmig im lichtleeren Raume zu verbreiten, über seine Affinität zum wägbaren Stoffe siegt.

Die *Phosphoren durch Bestrahlung, Lichtsauger, Lichtmagnete*, sind durchsichtige oder undurchsichtige, farblose oder schwachgefärbte, nie schwarze Körper.

Die besten Phosphoren durch Bestrahlung sind nach HEIRICH: Diamant (einige Diamanten leuchten jedoch gar nicht), *Benonischer Leuchtstein* (den man erhält durch einstündiges Glühen eines in platte Kuchen geformten, aus eisenfreiem Schwerspathpulver und Traganthschleim gemachten Teigs in einem Windofen zwischen kleinen Kohlen, und noch warm in gutverschlossenen Gefäßen aufbewahrt, JOHN), Strontianleuchtstein, (der auf dieselbe Weise aus Cölestin bereitet wird), CANTON'S *Phosphor* (CANTON setzte ein Gemenge von 3 Theilen calcinirten Austerschalen und 1 Theil Schwefelblumen einem einstündigen heftigen Feuer aus; GROTHUSS schichtete gereinigte und  $\frac{1}{2}$  Stunde lang für sich geglühte Austerschalen in einem Tiegel mit Schwefelpulver, so daß ihre innere Fläche immer nach unten zu liegen kam, und glühte den Tiegel wenigstens 1 Stunde lang im Windofen), Strontianit, Arragonit, Marmor, Kalkspath, Kalksinter, Kreide, schwach gebrannte Austerschalen, *Homberg'scher Phosphor* (Chlorcalcium), *Balduinischer Phosphor* (wasserfreier salpetersaurer Kalk). Außerdem gehört nach GROTHUSS zu den besten Lichtmagneten der Chlorophan von Nertschinsk. Ferner leuchten vorzüglich stark folgende, von OSANN entdeckte Leuchtsteine: *Antimon - Leuchtstein* (geglühte, von Unreinigkeiten befreite Austerschalen abwechselungsweise mit feingepulvertem Schwefelantimon geschichtet, den gutverschlossenen

1 Stunde lang geglüht, nach dem Erkalten die weissen ausgesucht, die gelben und schwarzen fortgeschafft); *Reallichtstein* (dieselbe Darstellung, nur Realgar statt Schwefel); *Arsenik-Leuchtstein* (den Teig von einfach-arseniksaurem Baryt und Tragantenschleim  $\frac{1}{2}$  Stunde lang zwischen Kohlen auf thönerner Unterlage geglüht; erscheint graugelb); auch er-  
nan nach OSANN lebhaft leuchtende Körper, wenn man Aushalen, wie oben, mit Operment, oder mit Musivgold, oder Zinnober oder mit einem Gemeng von Schwefel und Zinkde, oder mit arseniger Säure schichtet, und im verschlossenen Gefäß glüht.

Etwas weniger gut leuchten nach HEINRICH: Krystallisirte Salze, Salmiak, schwefelsaures Kali, Salpeter, krystallisirtes Soda, boraxsaures und schwefelsaures Natron, Steinsalz, Wismuth, strahliger Schwerspath von Bologna, Marienglas, Fasergyps, künstlicher schwefelsaurer Kalk, (gemeiner Flussspath, Grotthuss), krystallisirtes Bittersalz, krystallisirter Alaun, arsenige Säure, Pharmakolith, frische Zinkblumen, schwefelsaures Quecksilberoxyd, Weinstein, Benzoesäure, Hutzucker, Milchwasser, gelbes Wachs, weisses Papier (besonders das beinahe bis zum Rothem erhitzt gewesene; gelbes und rothes Papier leuchtet beinahe so gut wie weisses, dunkelblaues leuchtet nicht, Grotthuss), Korallen, Schnecken, Perlen, Knochen, Zähne, Elfenbein, Leder, Thier- und Menschenhaut.

Ziemlich gut phosphoresciren: Bleiglanz, Weinsteinsäure, ferne Samen, Körner, Mehl, Stärkmehl, Brodkrumen, arabisch Gummi, Federn, Käse, Eigelb, Muskelfleisch, Sehnen, Hausenblase, Schleim, Horn, alle wohl ausgetrocknet; ferner Splint der Bäume, gebleichtes Leinen, gebleichtes Baumwollengarn und andere grobe Pflanzenfasern.

Mittelmässig leuchten: Eis, Antimonoxyd, Zinkvitriol, Blei-Schwefelkies, Alaunschiefer, Basalt, Töpferthon, Walkererumrinde, Bernstein.

Schwach leuchten: Cölestin, Smalte, Magneteisenstein, Eisen- nicht getrocknete Samen, Mehl und Stärkmehl; ferner nach Russ Kupferlasur und Beryll.

Sehr schwach, oft gar nicht leuchten: Glas, Kieselerde, Bergkristall, Amethyst, Karneol, Prasem, Heliotrop, Sapphyr, Corund, Spinell, Spinell, Smaragd, Topas, Turmalin, Hyacinth, Granat, Leucit, Adular, gemeiner Feldspath, Zeolitharten, und andere; salzsaures Zinkoxyd, gelbe Blende, Holz, die meisten von Harz und Gummi, Seide, thierische nicht gut getrocknete Stoffe.

Nicht leuchten nach HEINRICH: Wasser und alle übrigen flüssigen Körper, Schwefel, Graphit, sämtliche regulinischen Metalle, Baryt, Strontian, Kalk, Apatit, Mennige, rothes

Quecksilberoxyd, frische Pflanzentheile, ungebleichtes Garn Hauf und Flachs, Erdpech, Bergtheer, Steinkohle, Gagat, Holzkohle. Ferner nach DESSAIGNES sämtliche Schwefelminerale außer Operment.

Nach DESSAIGNES leuchten außerdem noch: Süßerde, phosphorit von Estremadura, Operment, Spiegelsglanzblumen, schwach saures und phosphorsaures Bleioxyd, salzsaures Zinnoxidul, eine Mischung von Zinn- und Bleioxyd und unvollkommen gelöschtes Strontian und Kalk.

Sollen diese Körper im Dunkeln leuchten, so müssen sie vor dem Lichte ausgesetzt werden; selbst der durch Glühen lebendige Bologneser Leuchtstein und Cantonische Phosphor leuchtet, wenn man ihn im Dunkeln erkalten läßt, und nicht zuvor dem Lichte aussetzt. JOHN. Die meisten dieser Körper bedürfen der Aussetzung an das unmittelbare Sonnenlicht. Der Cantonische Bologneser Phosphor, Diamant, Papier, Chlorophan, schwefelhaltiges Kali und Kochsalz werden schon leuchtend durch reflectirtes Sonnenlicht; die fünf erstgenannten Substanzen schon durch das Lampenlicht; der Bononische Leuchtstein und die 3 zuerst genannten Leuchtsteine OSANN's durch das Licht des im Sauerstoffgas brennenden Phosphors; letztere 3 Leuchtsteine (nicht der Bologneser Leuchtstein) auch durch das Licht des im Sauerstoffgas brennenden Schwefels, selbst durch das Licht einer 1 Fuß entfernten Talgkerze oder eines 1 Fuß entfernten weißglühenden Körpers (bei welchem letzteren Versuche sich die Leuchtsteine in eine mit Eis umgebenen Schale befinden); der Cantonische Leuchtstein und einige Diamante allein durch Mondenlicht. Doch steht die Lebhaftigkeit ihres Leuchtens in Verhältniß mit der Stärke des Lichtes, welches dasselbe bewirkt hat. Auch unter Wasser getauchte Körper werden durch Bestrahlung leuchtend. HEINRICH. DESSAIGNES. OSANN.

Unter den farbigen Strahlen des Prisma's wirkt der violette (nach GROTH der blaue) und der außerhalb desselben befindliche unsichtbare am stärksten die Phosphorescenz hervorbringt; dieses nimmt allmählig mit ihrer Brechbarkeit ab; nach HEINRICH bringt der rothe Strahl den Diamant nicht zum Leuchten, SEEBECK und GROTHUSS bewirkt der rothe, und nach SEEBECK auch der neben ihm befindliche unsichtbare Strahl nur ein schwaches Leuchten; Phosphoren, die durch farbloses Licht leuchtend geworden sind, verlöschen im rothen Strahl viel schneller, als im Dunkeln, ja im rothen, durch die Linse concentrirten Lichte augenblicklich. SEEBECK. Auf dieselbe entgegengesetzte Weise verhält sich das durch blaues oder gelbrothes Glas fallende Licht. Auch das blaue und violette Licht bewirkt kein so lebhaftes Leuchten, wie das farblose, es müßte denn durch die Linse concentrirt seyn. SEEBECK, GROTHUSS, OSANN.



alte von  $-31^{\circ}$  C. insolirter Chlorophan, Canton'scher Phosphor leuchtet bei  $+10^{\circ}$  C. lebhafter, wenn diese Körper bei  $+31^{\circ}$  C. dem Lichte dar-  
GROTTTHUSS.

so augenblickliche Bestrahlung bringt, wenngleich kürzer hervor; eine Bestrahlung, die länger dauert, er-  
ärkeres und längeres Leuchten, als eine Bestrahlung  
den. DESS. HEINR.

des Leuchtens ist sehr verschieden je nach der Na-  
tur. Der Canton'sche Leuchtstein, 10 Sec. dem Son-  
nenlicht, leuchtet nach DESS. 10 Stunden, nach GROTTTH.  
Chlorophan nach GROTTTH. 10 Tage, nach HEINR. 30  
Tage, Realgar-Leuchtstein einige Stunden, Antimon-  
stein 17 Minuten, Arsenik-Leuchtstein 34 Minuten, OSANN;  
bis 1 Stunde, gemeiner Flussspath 1 — 30 Minu-  
ten, dieser Leuchtstein 80 Sec. (nach OSANN 4 Minuten),  
kohlige und organischen Stoffe 6 — 20 Sec., die Steine  
DESS.

verschieden nach der Natur der Stoffe ist die Farbe

Die meisten zeigen ein weißes Licht, Diamant und  
Leuchtstein ein gelbrothes, Arsenik-Leuchtstein ein gelb-  
er länger gegluht ist, ein rothgelbes, und nach noch  
ein farbloses, Canton'scher Phosphor ein hellgel-  
brothes oder blässviolettes, Leuchtstein aus Austerscha-  
len ein gelbes, Antimon-Leuchtstein ein hellgrünes,  
er anhaltend gegluht worden ist, ein farbloses, Sulf-  
chlorophan ein grünes, Strontian-Leuchtstein ein grünes  
es, Realgar-Leuchtstein ein blaues, an einigen Stellen  
und gelbes, Leuchtstein aus Austerschalen und Musiv-  
erde ein bläuliches, und calcinirte Austerschalen ein  
an einigen Stellen ein blässblaues Licht. Diese Farbe  
der Beziehung zu der Farbe des Lichts, mit welchem  
ein zum Phosphoresciren gebracht wurde. So leuchtet  
in blauen Strahle insolirte Diamant oder Canton'sche  
feurigem Lichte. Hieraus schließt GROTTTHUSS, der  
hatte das Vermögen, farbloses Licht in gefärbtes, und  
andere gefärbtes oder in farbloses zu verwandeln, und  
den Unterschied dieser verschiedenen Strahlen nur in der  
Schnelligkeit der oscillatorischen lateralen Bewegung  
da die Schnelligkeit der geraden, propagativen Be-  
weegung selbe sey.

Leuchten zeigt sich in allen durchsichtigen Medien, die  
nicht zerstören; der Diamant leuchtet in Wasser,  
in Stickgas, Salpetergas, HEINR.; der Chlorophan in  
GROTTTH.; der Canton'sche Phosphor im luftverreinen Raum  
GROTTTH., nur zerstören die sauren bald, und das Chlor-

gas sogleich, seine leuchtende Eigenschaft, Dess.; deisgleichen Wasser und Weingeist, GROTH.

Das Leuchten zeigt sich nach HEINRICH bei — 12 eben gut, wie bei + 25°. Höhere Temperatur verstärkt und verkürzt das Leuchten; hat ein Körper, wie CANTON's Phosphor, Chlorophan, bei einer gewissen Temperatur ausgeleuchtet, so leuchtet er wieder, selbst nach Monaten, bei Erhöhung derselben, z. B. durch die Wärme der Hand, Siedhitze, Annähern eines heißen Eisens; dann aber bedarf er wieder der Insolation, um von Neuem zu leuchten. CANTON, GROTHUSS, OSANN.

Durchscheinende Substanzen, wie Marmor, leuchten auch während des Phosphorescirens geschlagenen frischen Bruch-

Sämmtliche Leuchtsteine behalten ihr Vermögen zu phosphoresciren, wenn sie nicht chemisch verändert werden, daher sind sie, wie der Bologneser und CANTON'sche Leuchtstein, in zugeschmolzenen Röhren aufbewahrt werden müssen. Einige von ihnen, wie Diamantpulver, Chlorophan, gemeiner Flussspath, und schwefelhaltiges Kali verlieren dies Vermögen durch Glühen; sie erlangen aber wieder, wenn man einen elektrischen Schlag durch sie hindurch gehen läßt.

Statt durch Insolation, können dieselben Körper auch durch elektrisches Licht zum Phosphoresciren gebracht werden, wenn man einen Entladungsschlag durch sie hindurch gehen läßt; CANTON's Phosphor wird schon leuchtend, wenn er sich in einer gefärbten oder blauen gläsernen Röhre befindet, über die man einen elektrischen Schlag leitet (in einer gelbrothen Röhre wird er nicht leuchtend). SEEBECK. Die Intensität des Leuchtens wächst zu einem gewissen Grade mit der Stärke des Schlages; bald sieht man nur einen Lichtstreifen nach dem Laufe des Funkens, bald leuchtet die ganze Masse. HEINRICH. Das durch Elektrizität hervorgebrachte Leuchten hat dieselbe Farbe und Dauer, wie das durch Insolation hervorgebrachte, DESSAIGNES; nach GROTHUSS ist lebhafter.

#### *b. Lichtentwicklung, hervorgebracht durch Einwirkung der Wärme.*

Fast alle Körper, welche durch Insolation leuchten, noch mehrere andere leuchten, wenn man sie im Dunkeln erwärmt. Es scheint daher, daß sie bei der gewöhnlichen Temperatur eine gewisse Menge Licht zu innig gebunden enthalten, als daß dieses schon vermöge seiner bloßen Existenz im lichtleeren Raume entweichen könnte; daß

igkeit der Körper, das Licht zu fesseln, mit einer Temperatur abnimmt.

Die Stoffe, welche die Phosphorescenz durch Erwärmung zeigen, sind nicht nur fast alle die, welche dieselbe durch Insolation zeigen, sondern auch diejenigen Diamante, welche nicht durch Insolation leuchten, HEINR.; ferner Baryt, Strontian, Kalk, Bitter-Erde, Apatit, die Feile sehr vieler Metalle, (am stärksten Zink und Antimon, am schwächsten Gold und Silber; schwach leuchtet nach DESS., nicht nach HEINR., auch Quecksilber), sehr viele schwere Metalloxyde und Metalloxydhydrate, fast alle erdige Fossilien, wie rother Sapphyr, Bergkrystall, rother Feldspath, rother Glimmer, Asbest, Speckstein, WEDGWOOD, Pyrit, Dipyrit, Tremolith, Kreuzstein, HALY, Schwerspath, Anhydrit, Bitterspath, Datolith, grüner Sapphyr, brauner Demant, gemeiner Quarz, Amethyst, grauer Hornstein, blauer, gelber, weißer Topas, Rubellit, Cyanit, Spodumen, Petalit, Sodolith, brauner und schwarzer Glimmer, Lasurstein, Obsidian, Feldspath, Tafelspath, Augit, glasiger Strahlstein, Sphen, Anatas, Titanit, Titansand, Tungstein, Bleivitriol, arseniksaures Blei, Rothkupfer, BROWSTER, Barytocalcit, CHILDREN (*Phil. Ann.* 8, 179), ferner Wachs, fette und flüchtige Oele. Ausgenommen sind diejenigen Körper, welche entweder bei höherer Temperatur zerfallen, oder sich verflüchtigen, wie Kali- und Natronhydrat, salpetersaurer Strontian und Kalk und Ammoniaksalze, welche höchstens bei gelinder Erwärmung ein wenig leuchten, DESS. Eine Menge von chloresaueren Kali und Braunstein zeigt jedoch nach HEINR., *Schw.* 41, 221, Funkensprühen); ferner leuchtet durch Erwärmung alle nicht verbrennliche Liquida.

Die niedrigste zur Hervorbringung des Leuchtens erforderliche Temperatur ist nicht nur bei den verschiedenen Materien, sondern auch bei verschiedenen aus derselben Materie bestehenden Individuen verschieden. Bei CANTON'S Phosphor, Chlorophan, manchem rothem und weißem Topas, die bei der gewöhnlichen Temperatur nicht leuchten, im Dunkeln zu leuchten, reicht schon die Wärme der Hand oder Anhauchen, bei ersterem auch Eintauchen in verdünnte Salpetersäure, welche Erwärmung veranlassen, hin, um das Leuchten zu entwickeln; beim gewöhnlichen Flussspath muß die Erwärmung betragen 63 bis 100° C., beim Phosphorit von Estre- und Adular 100°, beim Diamant 100 bis 250°, bei den verschiedenen Formen des kohlensauren Kalks 200 bis 325°, bei den aus dem Kieselgeschlechte 250 bis 350°, bei den Oelen 250° C. Hierbei ist es gleichgültig, ob der Körper sich in der Hand oder in Pulverform befindet, und ob die erhitzte Unterlage Glas, Thon, Porcellan, Eisen, Kupfer, Silber, Quecksil-

ber oder Zinn besteht, oder ob der Körper in heißes Wasser geworfen wird.

Körper, die durch Insolation stark phosphoresciren, leuchten auch in der Regel bei der Erwärmung stark, und umgekehrt auch die Phosphorescenz der harten Steine durch Erwärmung meistens beträchtlich. Je länger ein Körper durch Insolation getend wird, desto länger leuchtet er in der Regel auch durch Erwärmung, und bei einerlei Körper dauert das durch Erwärmung hervorgebrachte Leuchten länger, als das durch Insolation hervorgebrachte, mit Ausnahme des Diamants, Flussspaths und anderer durch Insolation sehr lange leuchtender Körper, welche durch Erwärmung gerade kürzer leuchten. Auch steht die Intensität des Lichts in geradem, seine Dauer in verkehrtem Verhältnisse zu dem angewandten Temperaturgrade.

Bei den meisten Körpern ist das Licht sanft ausströmend, bei den Metallfeilen und einigen schweren Metalloxyden und Metallen ist es funkelnd. Dess. Die Farbe des Lichts ist mannigfaltiger, als bei der Insolation, theils weiß, theils violett, blau, gelb, röthlich; derselbe Körper zeigt oft mehrere dieser Farben zu verschiedenen Zeiten der Erwärmung, bald in der einen, bald in der verkehrten Ordnung, doch so, daß einige Farben übersprungen werden, und die Farbe des Leuchtens des Körpers keinen Einfluß auf die des Lichts. HEINE. — Das ausströmende Licht läßt sich wie gewöhnliches Licht durch ein Prisma in ein Farbenspectrum zerlegen. DESSAIGNES.

Die unorganischen Körper leuchten gleich gut in Luft, Sauerstoffgas, Stickgas, Wasserstoffgas, kohlen-saurem Gas, im luftleeren Raum, in Wasser und Oel; die organischen leuchten dagegen in der Luft und noch besser im Sauerstoffgas, ihr Leuchten zählt man her zu den Verbrennungserscheinungen zu zählen. Dess. Beim Leinöl unterschied DESSAIGNES ein schon bei 125° sich einstellendes schwächeres Leuchten von einem stärkeren Leuchten, welches bei höherer Temperatur und mit Zutritt von Sauerstoff sich zeigt. Das Leuchten des siedenden Öls hört beim Auspumpen der Luft mittelst der Luftpumpe auf und beginnt wieder beim Zulassen von Luft. Auf Papier kann man mit einem heißen, nicht glühenden, Eisen leuchtende Buchstaben schreiben; so leuchten auch die von erhitztem Papier aufsteigenden Dämpfe in Berührung mit einem heißen Eisen; auch Holz und Kohle, mit einem heißen Eisen berührt, leuchten. GROTHUS.

Haben die Körper bei einer gewissen Erwärmung zu leuchten aufgehört, so leuchten sie wieder bei stärkerer; sie scheinen dann immer wieder dem Lichte ausgesetzt werden zu müssen, wie die Phosphorescenz durch Erwärmung wiederholt zeigen. Zu starkes Erwärmen bringt zwar ein augenblickliches sehr leuchtendes Leuchten hervor, benimmt aber mehreren Körpern, wie



Metallen, ihren Oxyden und Salzen die Eigenschaft, in Folge wieder zu leuchten; so leuchtet schon die Metallfeile, wenn man während dem Feilen zu stark aufgedrückt hat. Vielen andern Körpern kann man die Fähigkeit zu phosphoriren durch halbstündiges Rothglühen nehmen, z. B. den Edelen Glase, dem Kiesel, Thon, Talk, Schwerspath, kohlensaurem Strontian, kohlensauren Kalke, Flußspath und mehreren Salzen der Alkalien und Erden, die zum Theil durch Glühen Krystallwasser verlieren. Die Leuchtkraft wird aber wieder hergestellt durch elektrische Schläge, auch wenn man sie durch Wasser zu einem Teig gemachtes Pulver leitet (so bei Flußspath, Schwerspath); bei den Salzen, die durch Glühen Krystallwasser verloren haben, schon durch Aussetzen an die Luft anhauchen oder Befeuchten (und zwar leuchten einige Salze, wenn befeuchten mit Wasser wieder durch Wärme, wiewohl auch, ohne daß man sie zuvor dem Lichte aussetzt, Dess., GUTHRIE.), bei kohlensaurem Strontian und Kalk durch Weißglühen (HAINR., DESS. Chlorophan, der durch Glühen seine Leuchtkraft verloren hat, liefert durch Auflösen in Salzsäure und Abdampfen Krystalle von Flußspath, welche beim Erwärmen nicht oder wenig leuchten, während frischer Chlorophan, oder geglähtes, durch den elektrischen Funken die Leuchtkraft wiedergewinnt, auf dieselbe Weise mit Salzsäure behandelt, Krystalle, die beim Erwärmen leuchten. Bringt man geglähtes und beseuchtes Chlorophan in Salzsäure, und fällt ihn durch Ammoniak, so leuchtet der Niederschlag des ersteren mit schwach blauem, des letzteren mit lebhaft smaragdgrünem Lichte. Schlägt man salzsaure Auflösung des ungeglühten Chlorophans durch salzsaure nieder, so leuchtet der erhaltene Gyps fast so lebhaft, wie der Chlorophan, nur mit etwas anderem Lichte; fällt man salzsauren Kalk durch Schwefelsäure, so erhält man aus dem Niederschlag einen Gyps, der gar nicht leuchtet. GROTHUSS. — Man setze auf der einen Seite geglähtes, auf der andern geglähtes unterther elektrisirtes Kochsalz in Wasser auf und dampft die salzsaure Auflösung ab, so dampft letztere Auflösung unter Auswitterung ab, und liefert ein beim Erwärmen lebhafter leuchtendes Salz. GROTHUSS. — Baryt, Strontian, Kalk, Bittererde, Kieselerde und Kieselerde verlieren durch Glühen nicht die Eigenschaft zu leuchten. DESSAIGNES.

c. *Lichtentwicklung durch mechanische Gewalt.*

Man leuchten durch Reiben oder Stofs fast dieselben Stoffe, die durch Insolation, oder Erwärmung leuchten. Wahrnehmbar entwickelt sich hierbei dasselbe gebundene Licht, welches auch bei der Erwärmung frei wird, weiß-

halb auch mit der Temperaturerhöhung die Lebhaftigkeit durch den Stoß entwickelten Lichts zunimmt. — Becquerel (*Ann. Chim. Phys.* 22, 33) leitet das durch Druck entwickelte Licht von Elektricität ab; stoßen z. B. auf der See 2 Eisstücke zusammen, so werden sie durch den starken Druck in einen gegengesetzt elektrischen Zustand gebracht; hört dann der Druck auf, so vereinigen sich die 2 entgegengesetzten Elektricitäten wieder und erzeugen so Licht. — In der That ist manche Lichtentwicklung durch Reiben ausgemacht elektrischer Natur, wie die schwefelsauren Chinins.

Die auf Veranlassung einer mechanischen Gewalt leuchtenden Stoffe sind nach DESSAIGNES: Die des Leuchtens durch Insolation oder Erwärmung fähigen Diamante, chlores Kalium, Schwefelsäure, kohlensaurer Strontian, gebrannter Kalk, Canton'scher Leuchtstein, Flussspath, mancher salinischer Marmor, Dolomit, Arragonit, Hydrit, Homberg'scher Phosphor, Phosphorit von Estremadura, Porcellan, alle Edelsteine und glasartige Steine (am stärksten ihnen Milchquarz und Adular, am schwächsten Jaspis), Blei, Calomel, Sublimat, schwefelsaures und phosphorsaures Quecksilber, gemeiner Zucker und Harze. Unter den tropfbaren Flüssigkeiten leuchten: Wasser, Kaliumauflösung, Essigsäure, Alkohol, Schwefeläther, flüchtiges Oel und Olivenöl; unter den elastischen Flüssigkeiten: Luft und Sauerstoffgas. Ausser diesen von DESSAIGNES genannten Substanzen leuchten: Steinmark und, nach BONASTRE, Mannazucker und seine sogenannten Sousresines; auch leuchtet MILLS (*Phill. Ann.* 7, 235) zur Trockne abgedampfter und zu 121° C. erhitzter essigsaurer Kalk beim Reiben mit einem Spatel.

Nicht leuchtend zeigen sich nach DESSAIGNES: Alle Metalle, alle Schwefelmetalle, ausser Blende; Kali- und Natronhydrat; Ammoniak-, Kali- und Natronsalze, mit Ausnahme des chlorierten Kali's; Gyps; alle schwere Metalloxyde; alle Steine, welche viel schweres Metalloxyd enthalten; alle schwere Metallsalze, Ausnahme der erwähnten Quecksilbersalze; alle Pflanzenstoffe, ausser Zucker, Harz und die angeführten Flüssigkeiten; alle thierische Stoffe.

Das Leuchten zeigt sich 1. beim Reiben. Der Diamant leuchtet schon, mit Wolle oder einer Bürste gerieben; Canton'scher und Homberg'scher Phosphor, Dolomit, Tremolith, Steinmark, gewisse Blenden, Sublimat und Zucker beim Kratzen mit einer zarten Feder; die härteren Körper, wie Edelsteine, beim Aneinanderreiben, oder beim Kratzen mit Eisen, Stahl oder Kupfer.

2. Beim Schlagen mit einem hölzernen oder stählernen Hammer. Auf diese Weise leuchten sämtliche Edelsteine, ausser Diamant; Marmor, gewisse Blenden und Zucker.

3. Die flüssigen Stoffe zeigen das Licht, wenn sie in einer Glasröhre rasch comprimirt werden.

Das Licht ist weiß, gelb, roth, blau, je nach der Natur der Stoffe; seine Dauer ist meistens nur augenblicklich; nur der geriebene Diamant leuchtet 1 Minute lang, und auch der Adular leuchtet längere Zeit und durch die ganze Masse, wenn er durch den Stoss Sprünge bekommen hat.

Die Stärke des Lichts ist bei demselben Körper desto größer, je mehr er zuvor erwärmt wurde; nur, wenn der Körper bis zum Schmelzen erhitzt ist, so zeigt er kein Leuchten mehr. Ein stark erkalteter Körper zeigt auf den Stoss gar kein oder nur schwaches Leuchten.

Erhitzt man Schwerspath, kohlensauren Baryt und Strontian, Kalkstein, Kreide, Dolomit, CANTON'S und HOMBERG'S Phosphor und Bittererde bis zum Roth- oder Weißglühen, und schlägt sie, sobald sie nicht mehr glühen, so zeigt sich ein langer dauerndes Leuchten. Diese Lichtentwicklung ist vielleicht von einer andern Art.

Das Leuchten findet auch statt im luftleeren Raume und in Wasser, wenn dieses nicht auflösend einwirkt.

Diamante, die durch Reiben nicht leuchtend werden, werden wenn man sie stark aneinander reibt, wodurch sich feine Sprünge bilden. *DESSAIGNES.*

Beim Aneinanderreiben vieler leuchtender und auch nicht leuchtender Substanzen zeigt sich ein besonderer Geruch; beim Aneinanderreiben von Quarz in der Luft wird ein schwarzes Pulver abgerieben, im Wasser ein weißes. *DESS. \*).*

Es scheint auch durch *Ausdehnung von Gasarten* Licht entwickelt zu werden, da ein mit einer Blase überbundener und exantlirter Cylinder bei dem durch den Luftdruck bewirkten Reißen der Blase im Dunkeln sich mit einem um so hellern Lichte gefüllt zeigt, je luftleerer der Cylinder gemacht war. *DESSAIGNES (Gillb. 49, 310).* Auch läßt sich auch diese Thatsache erklären aus der Compression, welche die zuerst eindringende Luft von der schnell nachfolgenden leidet. — Hierher gehört auch die Lichtentwicklung bei Zersetzung des Wasserstoffhyperoxyds, Iodstickstoffs, Chlorstickstoffs, Chloroxyduls und Chloroxyds, wo die Lichtentwicklung ebenfalls entweder aus der Ausdehnung der freiwerdenden Gase, oder aus der Zusammendrückung, welche hierbei die umgebende Luft, oder anderer gasförmiger Körper erleidet, zu erklären ist. — Das beim Losschießen von Windbüchsen häufig erscheinende Licht zeigt nach *LEISSER (Gillb. 8, 340)* bloß bei solchen mit eisernem Laufe, nicht bei solchen, deren Lauf mit Messing ausgefüttert ist. Nach *LYSEN'S* und vorzüglich nach *HART'S (Qu. J. of Sc. 15, 64)* Beobachtung zeigt sich das Windbüchsenlicht nur dann, wenn etwas Staub in den Lauf gekommen ist, und Pulver von Zucker oder Flußspath bewirkt dasselbe. Demnach wäre nicht Ausdehnung oder Zusammenpressung der Luft, sondern Reibung die Ursache dieser Lichtentwicklung;



d. *Lichtentwicklung, Cohäsionsäusserungen begleitend.*

a. *Lichtentwicklungen bei Krystallisation.*

Mehrere Salze, aus ihrer Auflösung in Wasser krystallisirend, so wie die aus der Dampfform in Krystallgestalt übergelohende Benzoesäure zeigen hierbei oft ein lebhaftes Leuchten, während dieselben Materien in andern Fällen unter scheinbar gleichen Umständen, nichts der Art zeigen.

PICKEL bemerkte bei der Krystallisation des schwefelsauren Kali's in allen Theilen des Kessels blitzähnliche Erscheinungen eine Stunde anhaltend. Eben so sah SCHONWALD beim Abdampfen Krystallisiren einer Lösung von 1 Theil Kochsalz auf 1 bis 2 Theile schwefelsaures Kali Funken herausfahren, und fand die entstehenden Krystalle beim Reiben leuchtend. SCHILLER löste ein halbes geschmolzenes Gemeng von schwefelsaurem Kali, Weinstein und wenig Kochsalz in heissem Wasser auf und filtrirte; während Krystallisiren fuhren mehrere Stunden hindurch Blitze durch die Flüssigkeit, und die Krystalle leuchteten noch, als er sie einige Tage später mit dem Spatel abstieß. Nach GIOBERT leuchtet das schwefelsaure Kali nicht beim Krystallisiren, wenn es schwefelsaure Thonerde beigemischt enthält; das Leuchten zeigt sich am ersten, wenn die Flüssigkeit nicht zu sehr abgedampft ist und erst beim Ende der Krystallisation, während sich beim langsamen Verdampfen kein Licht zeigt; je grösser die Oberfläche des Gefasses, desto lebhafter das Leuchten; auch scheint vorhergehendes Aussetzen der Flüssigkeit dem Sonnenlicht das Leuchten zu verstärken; die Krystalle leuchten am stärksten nach dem Abgiessen der Flüssigkeit, hören aber auf zu leuchten auf, wenn man sie auf Fließpapier trocknet. Krystalle, welche sich aus einer Auflösung von schwefelsaurem Kobalt und Kali bei  $-13^{\circ}$  C. abgeschieden hatten, zeigten, nach dem Abgiessen der Flüssigkeit, ein halbstündiges Funkensprühen. HEMMAYN. Die Auflösung von einigen Pfunden schwefelsaurem Kali bei  $+30^{\circ}$  C. krystallisirend, leuchtete 2 Stunden lang; selbst die Hand genommene Stücke der Krystallrinde fuhren zu leuchten fort, und ihr Licht verstärkte sich beim Zerreiben; fuhr man mit einem Glasstabe auf der unter der Flüssigkeit befindlichen Krystallrinde hin, so leuchteten die Striche. Als man dieselbe Salz durch Erhitzen der darüber befindlichen Flüssigkeit wieder in Lösung brachte und dann wieder durch Erkalten zum Krystallisiren brachte, zeigte sich das Leuchten nicht mehr. BERZELIUS u. WOHLSTEDT.

wenn nicht die Versuche von SCHWEIGGER (Schw. 40, 22), welchen vor die Mundung gehaltener zusammengewundener Kupferdrath und Quarzdruse Lichtentwicklung veranlassen, noch zu andern Erklärungsweise nöthigen,

Eine gesättigte Auflösung von flussanrem Natron, sehr lang-  
gedampft, zeigte viele lebhafte blafsgrüne Lichtfunken, die  
von diesem, bald von jenem Puncte der sich bildenden Krystalle  
schossen, und erst verschwanden, als die Flüssigkeit völlig  
verpocht war. Bei Wiederholung des Versuchs mit demselben  
Gefässe zeigte sich nichts mehr. BERZELIUS.

Die Auflösung von salpetersäurem Strontian, die lange Zeit  
mit dem Lichte ausgesetzt gewesen war, zeigte beim Ab-  
setzen in einem Gefässe von Steingut und Krystallisiren viele  
Funken, die besonders beim Berühren der Krystalle mit einem  
Metalldrathe und auch beim Schütteln zum Vorschein  
kamen.

Beim Wiederauflösen und Wiederkristallisiren liefs sich  
Erleuchtung bei der mannigfachsten Abänderung des Versuchs  
nicht hervorrufen. PRÄP.

Bei der Sublimation von, mit  $\frac{1}{6}$  Kohlenpulver gemengter, Bren-  
ze auf einem mit einer Glasglocke bedeckten und erhitzten  
Teller, HUNTER unzählige Funken auf- und niedersteigen, so  
daß dieselbe dauerte.

#### *Lichtentwicklung bei der innigern Vereinigung der Theile eines lockern Körpers.*

Verschiedene Materien, die theils schon für sich locker  
sind, dadurch locker werden, daß sie beim Erhitzen  
Wasser verlieren, einer fast bis zum Glühen gehenden Hitze  
ausgesetzt, zeigen, nachdem sie ihr Wasser schon bei nie-  
driger Temperatur verloren haben, ohne weitere Gewichts-  
verminderung, ein lebhaftes, sich durch die ganze Masse fort-  
setzendes Erglimmen, nach welchem sie sich viel weniger  
in verschiedenen Flüssigkeiten auflöslich, also cohärenter zei-  
gen, als zuvor. Dieses Erglimmen läfst sich daher als eine  
Folge der durch Cohäsion bewirkten nähern Aneinanderrü-  
ckung gleichartiger Theile betrachten. — BERZELIUS dagegen  
betrachtet das Erglimmen als eine Wirkung der Affinität an; denn da  
er bemerkt, die bis jetzt diese Erscheinung darboten, zusammen-  
zusetzen, so setzt er voraus, ihre Bestandtheile (z. B. beim Er-  
hitzen des Eisen und der Sauerstoff) seyen früher loser verbun-  
den gewesen, und sie treten beim Erhitzen in eine innigere Ver-  
bindung. Diese Ansicht setzt voraus, daß 2 Stoffe nach demselben  
Gesetze 2 verschiedenen innigen Verbindungen liefern können; ob  
dies wirklich denkbar ist, und ob man eine solche Vorausse-  
tzung anderweitige Belege anzunehmen habe, verdient eine  
nähere Prüfung.

Folgende Materien zeigen das Erghimmen: Zirkonerde, Chromoxydulhydrat, Eisenoxydhydrat, höchst basisches arsenik. Eisenoxyd, Gadolinit, Rhodiumoxyd, einige Verbindungen d. timonigen und Antimonsäure mit schweren Metalloxyden und Kohlenstoffmetalle, z. B. das bei der trocknen Destillation de linerblau's zurückbleibende Kohlenstoff-Eisen.

---

## Zweites Kapitel.

# W ä r m e.

---

BOERHAAVE *Elementa chemiae*. 1, 126 — 424.

BERGMAN de materia caloris. *Opusc.* 3, 418.

SCHAELE die Eigenschaften der Hitze; in s. *Abhandl. von L. Feuer*. 53.

CRAWFORD Versuche und Beobachtungen über die thierische W. Leipz. 1789.

DALTON neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft

PICTET essais physiques sur le feu. Gen. 1790.

LESLIE Inquiry into the Nature of Heat. 1804.

DELA ROCHE sur le calorique rayonnant. *J. Phys.* 75, 201.

DESPRETS sur le refroidissement des metaux dans l'air. *Ann. Phys.* 6. 184.

DULONG et PETIT sur les lois du refroidissement. *Ann. Chim. P.* 225 u. 337; auch *Schw.* 25, 325 u. 343.

POISSON. *Ann. Chim. Phys.* 19, 337; 23, 337 (auch *Gilb.* 76, 26, 225; 27, 236).

FOURIER. *Ann. Chim. Phys.* 4, 128; 6, 259; 27, 236 (auch *P.* 358); 28, 337.

HERAPATH. *Phil. Ann.* 1, 273, 340, u. 401; 2, 50, 89, 201, 303, 363, 434 u. 462; 3, 16, 29, 290; 7, 349. vgl. auch: *Ann.* 2, 223, 390 u. 418.

URR Versuche über die Wärme. *Phil. Transact.* 1818, II, auch 28, 329.

RUMFORD's Abhandlungen über die Wärme. *Grav. J. und Gilb.*

BÖCKMA N Versuche über die Wärmeleitung verschiedener Körper. 1812.

LAVOISIER u. LAPLACE über Ausdehnung der Körper durch Erwärmung. *Schw.* 25, 355.

GAY-LUSSAC über die Ausdehnung der Gasarten und Dämpfe durch Wärme. *Gilb.* 12, 257.

— über die Ausdehnung der tropfbaren Flüssigkeiten durch Wärme. *Ann. Chim. Phys.* 2, 130.

DULONG et PETIT sur les lois de dilatation etc. *Ann. Chim. P.* 240; auch *Gilb.* 58, 254.

— — recherches sur la mesure des temperatures etc. *Ann. Chim.* 7, 113; auch *J. Phys.* 86, 113; auch *Schw.* 25, 304.

- über die unbedingte Wärme der Körper. *Crell Ann.* 1786, 263 u. 340.
- über die eigenthümliche Menge des Feuers in festen Körpern. *Abh. der Schwed. Akad. der Wiss.* 1782, 2, 489.
- LAPLACE et LAPLACE sur la chaleur; *Mém. de l'acad. des sciences*, 1780, 66; auch *Crell Ann.* 1787, 1, 263, 344 u. 546; 2, 62.
- über die Gesetze und Modificationen des Warmestoffs. Erlang. 1791. MAIER über die specif. Wärme verschiedener Holzarten. *Crell Ann.* 1798, 1, 443.
- BERNARD et BERNARD sur la chaleur spécifique des differens gas. *Ann. Chim.* 85, 72 u. 113.
- et DULONG quelques points importants de la théorie de la chaleur. *Ann. Chim. Phys.* 10, 395; auch *J. Phys.* 89, 81, *Ausz. Schw.* 28, 121.
- et DESORMES du zero absolu de la chaleur et du calorique spécifique. *J. Phys.* 89, 312 u. 428.
- sur la variation de temperature, qui accompagne les changemens de volume des gas. *Ann. Chim. Phys.* 17, 373.
- LEONAR sur le calorique du vide. *Ann. Chim. Phys.* 13, 303.
- über die spezifische Wärme der Gase. *Transact. of the R. Soc. of Edinb.* 10, 195; auch *Gilb.* 76, 289.
- über die Verdampfung der Körper. *Gilb.* 27, 147, auch *N. Gilb.* 5, 655.
- ein neues Verfahren, das Frieren hervorzubringen. *Gilb.* 43, 373. *Feuer: Schw.* 20, 467.
- VERSUCHE über die Kälte, welche durch das Verdünsten entsteht. *Gilb.* 43, 341.
- u. DESORMES über den neuen Proceß des Gefrierens u. s. w. *Ann. Chim.* 78, 183, auch *Gilb.* 43, 378.
- über die Elasticität und Dichtigkeit der Dämpfe. *Schw.* 22, 1; *physikal. Abhandl.* Gießen 1816.
- über die Dämpfe verschiedener Flüssigkeiten. *Gilb.* 45, 332.
- über das Verdampfen in der Luft. *Ann. Chim. Phys.* 21, 82; *Ausz. Schw.* 35, 411.
- über das specifische Gewicht der Dämpfe. *Ann. Chim. Phys.* 21, 143.
- les chaleurs latentes de diverses vapeurs. *Ann. Chim. Phys.* 24, 18.
- DE LA TOUR über Dampfbildung. *Ann. Chim. Phys.* 21, 127 u. 178; 22, 410.
- über die Wärme, die sich beim Verbrennen entwickelt u. s. w. *Schw.* 44, 1; 45, 306.
- über die Hervorbringung künstl. Kalte. *Gren N. J.* 3, 48.
- H. VAUQUELIN; ROUPPE; GUTTON-MORVEAU; VAN MONS; ROSENFRANZ u. A. Versuche über die künstl. Kälte. *Scher. J.* 3, 49.
- sur le froid produit par la dilatation des gas. *Ann. Chim. Phys.* 9, 305.
- über Wärmeentwicklung durch Benetzung. *Ann. Chim. Phys.* 21, 141; auch *Gilb.* 73, 356; *Ausz. Schw.* 36, 193.

Wärme: Warmestoff, Wärmematerie, Chaleur, Calorique.

Unter Wärme, Warmestoff, versteht man denjenigen, von dem man annimmt, daß sein Uebergang in unsern

Körper das Gefühl von Wärme und Hitze, sein Ent-  
das Gefühl von Kälte erregt.

*Physikalische Eigenschaften:*

1. Sie ist unsichtbar.

2. Ohne Gewicht.

Vitriolöl und Wasser wiegen gleichviel vor und na-  
Mischen und Erkalten. Das Wägen kalter und erhitzter K-  
der Luft beweist nichts.

3. Sie ist sehr elastisch, zeigt großes Ausdehn-  
streben.

Zwei leichtbewegliche Körper, die man im luftleeren  
erhitzt, stoßen sich ab, ein Beweis, daß die Wärme an  
sich repulsiv ist. FRESNEL (*Ann. Chim. Phys.* 29, 57 u.

4. Durch den leeren Raum und durch die elast-  
Flüssigkeiten\*) verbreitet sie sich von ihrem Entst-  
quell aus in geraden Richtungen, als *strahlende Wärme*  
einer großen noch nicht gemessenen Geschwindigkeit.  
Intensität nimmt ab mit dem Quadrate der Entfer-  
Entstehungspuncte.

Die Wärmestrahlen lassen sich gleich den Lichtstrahlen  
Metallspiegel concentriren, aber nicht durch Glasspiegel un-  
sen, von denen sie fast gänzlich verschluckt werden. Setzt  
metallene Hohlspiegel 77 Fuß weit gegeneinander, und brin-  
in den Focus des einen einen heißen Körper, so steigt das  
mometer im Focus des andern augenblicklich, so wie sich au-

---

\*) Nach DUPAY, MAICOCK, PREVOST und DELAROCHE auch s-  
nig durch dünnes Glas, und zwar um so leichter, je mehr  
Wärmequell der Glühhitze nähert; die durch eine Glassch-  
fallenen Strahlen verlieren nach letzterem beim Hindurch-  
durch eine zweite verhältnißmäßig viel weniger Wärme.  
Focus einer planconvexen Linse, welche man gegen die Flör-  
ölerzeugenden Gases hält, steigt ein kleines Quecksilbertherm-  
um 2,5° C., während die Linse nicht merklich erhitzt wird.  
(*Phil. Transact.*; auch *Ann. Chim. Phys.* 19, 201). Hält  
Materien des Lichts und der Wärme für identisch, so läßt  
nehmen, daß sich die Wärmestrahlen um so mehr den Licht-  
nähern, je geschwinder ihre Bewegung ist; aus glühenden  
werden die Wärmestrahlen schneller ausströmen als aus d-  
also erstere eher durch Glas hindurchgehen; diejenigen Wärm-  
len, welche durch Glas gefallen sind, sind die schnelleren, u-  
werfen auch durch ein zweites Glas größtentheils hindurch  
-RITCHIE.



4. — Eis im Brennpuncte des einen Spiegels bewirkt die Erkältung im Brennpuncte des andern; — ein in zwischen beiden Spiegeln hängendes Thermometer wird gleich affectirt. PICTET (*Gilb.* 13, 120). Die Warme eines dunkelroth glühenden Körpers lassen sich gleich den polarisiren, so daß sie von der zweiten Fläche, je nahe, zurückgeworfen werden und ein Thermometer erst nicht. BERNARD (*Gilb.* 46, 384).

5. In luftleeren Räume oder in der Luft befindlicher Körper, deren Temperatur von der des Mediums abweicht, strahlt je nach seiner Oberfläche verschieden leicht die überschüssige Wärme aus, oder saugt die fehlende Wärme ein, hat also ein vertheilendes und absorbirendes Vermögen, welchen beibehaltende und reflectirende Vermögen entgegengesetzt letztere in dem Maasse zunehmen, wie erstere abnehmen, umgekehrt. Setzt man das strahlende Vermögen einer glatten überzogenen Fläche zu 100, so ist das einer mit Seidenlack überzogenen Fläche 96, bei Siegellack 95, bei Kronglas 90, bei Wasser 85, bei Eis 85, bei Hausenblase und Meninge 80, bei polirtem Blei 19, bei polirtem Eisen 15, bei polirtem Kupfer, Blei, Gold 12. LESTER. Gewöhnlich nimmt ein Körper in Luft oder luftleerem Räume befindlicher Körper zugleich einen Theil seiner Wärme in Strahlen aus, die von den umgebenden Körpern seyn, welche sie wolke; aber, wenn ein Körper auf dieselbe Weise Wärme ausstrahlt, so empfange ersterer in demselben Augenblick Wärme von welchem er an sie ausstrahlt. Haben die umgebenden Körper die Temperatur mit ersterem, so sey die empfangene und abgegebene Wärme gleich, und der Körper bleibe auf seiner Temperatur; seyen die umgebenden Körper kalter, so strahle mehr aus, als er empfangt, und er erkalte; und umgekehrt, wenn die umgebenden Körper heißer sind. — Es ist jedoch wohl überaus leicht, sich ein Bild von dem Hin- und Herwandern der Wärme anzunehmen; in Luft oder luftleeren Räume getrennte Körper gleich in beiden die Elasticität der Wärme gleich groß; es ist die Elasticität die andere im Räume halten und umgeben wird in beiden Körpern die Wärme in völliger Ruhe liegen; dagegen der eine Körper kalter, so ist die Spannung in demselben geringer, und gemäß der Differenz die Wärme wird aus dem heißen Körper ein Theil Wärme in den kalten Körper strahlen, bis das Gleichgewicht hergestellt ist.

6. Die Schnelligkeit des Erkaltens im luftleeren Räume nimmt zu: 1. je kleiner die Masse; 2. je vergrößerter die Oberfläche; 3. je geringer die Wärmecapazität der Materie ist; 4. je größer die Differenz der Temperatur der Körper und Medium, bei gleicher Differenz der Temperaturen (so erkaltet ein bis zu 100° erhitztes Thermo-

meter langsamer in einem bis zu  $0^{\circ}$  erkälteten luftleeren Ra als wenn es sich, bis zu  $180^{\circ}$  erhitzt, in einem luftleeren Ra von  $30^{\circ}$  Temperatur befände). DULONG u. PETIT.

3. Durch die tropfbar - flüssigen und festen Körper, auch durch die elastischen Flüssigkeiten, nachdem sie durch die Anziehung derselben in ihrer strahlenden Bewegung gehindert ist, verbreitet sich die Wärme langsam, kriechend und wird von ihnen geleitet.

Die besten *Wärmeleiter* sind die Metalle, die schlechtesten die gasförmigen Flüssigkeiten, in welchen jedoch, wenn ihnen die Wärme von unten zugeführt wird, vermöge einer durch das veränderte Gewicht hervorgebrachten *Strömung* ebenfalls eine gleichmäßige Vertheilung erfolgt. Erhitzt man gleich lange und gleich schwere, mit Wachs überzogene Metallstäbe gleich am einen Ende, so schmilzt das Wachs bei Kupfer 3,5, bei Silber 2,5 und bei Platin und Palladium nur 1 Zoll weit. WILHELMSON. Setzt man die leitende Fähigkeit von Ziegelstein = 1, so ist sie bei Marmor 2, bei Blei 16, bei Zinn 30, bei Zink 31, bei Eisen 32 und bei Kupfer 77. DESPREZ (Ann. Chim. Phys. 19, 97). Poröse Körper leiten schlecht, z. B. die organischgebauten, wie Holz, Wolle, Federn u. w. RUMFORD's Behauptung, daß tropfbare Flüssigkeiten nicht leiten, ist durch THOMSON und MURRAY (Gibb. 14, 194, 185) widerlegt.

Das Erkalten erwärmter Körper in Luft und Gasarten theils von der, auch im leeren Raume stattfindenden Ausstrahlung ab, theils von der unmittelbaren Ueberführung der Wärme an den Körper umgebenden Lufttheilchen. Auf letztere hat die Beschaffenheit der Oberfläche keinen Einfluss, dergleichen nicht die verschiedene absolute Temperatur bei derselben Temperaturverschiedenheit zwischen erhitztem Körper und umgebender Luft, so lange dieselbe Elasticität behält, ihre Dichtigkeit möge auch vermöge der Temperatur noch so sehr verändert seyn. Dagegen wird die Schnelligkeit der Erkaltung durch Berührung verändert: 1. durch Veränderung der Elasticität der Luftarten, sofern mit ihrer mechanischen Verdünnung verminderte Elasticität die Erkaltung in einem Verhältnisse erlangsamt, welches bei den verschiedenen Luftarten verschieden ist: 2. je nach der verschiedenen Natur der Gasarten, sofern die Erkaltung am schnellsten in Wasserstoffgas (wegen der leichten Beweglichkeit oder größern Wärmecapacität?), langsamer in Sauerstoffgas, noch langsamer in Luft, noch langsamer in kohlensaurem Gas (nach DAVY, Schmelz. 20, 133) langsamen in Chlorgas erfolgt. Gleiche Resultate erhielt LAMARCA u. N. S. 1, 11, 12. Auch bei verschiedenen



bleibt das Gesetz des Erkaltens durch Gasberührung  
 die, und zwar so, daß wenn die Differenz der Tem-  
 doppelte ist, die Schnelligkeit des Erkaltens eine 2,35fa-  
 PETIT u. DILLON. vgl. DESPRETS (*Ann. Chim.*  
 84). — BOCKMANN'S Erfahrung, daß in der Sonne  
 Metalle rascher, in der Sonne erwärmte Kohle, erdige  
 und Liquida langsamer erkalten, als im Sandbad er-  
 dient eine wiederholte Untersuchung.

in die Körper übertretende Wärme *dehnt* diesel-  
 Diese Ausdehnung ist sehr verschieden je nach der  
 Materien, nicht bloß dem Grade nach, sondern  
 Gesetze nach, welchem sie folgt.

che Luftarten und Dämpfe, namentlich gemeine Luft,  
 Wasserstoff-, Stick-, kohlen saures, salzsaures und schwef-  
 und Aetherdampf, dehnen sich nach GAY-LUSSAC  
 beim Erhitzen von 0° bis 100° C. um 0,375 ihres  
 Auch bei der Erhitzung bis zu 300° C. ist die Aus-  
 verschiedenen Gasarten, wie von Luft und Wasser-  
 gleichförmig. PETIT u. DILLON. Die atmosphäri-  
 schen sich unter dem  $\frac{1}{15}$ ,  $\frac{1}{6}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 3, 6  
 Luftdrucke, so ist ihre Ausdehnung beim Erhitzen  
 100° immer dieselbe. DAVY (*Phil. Transact.* 1823,  
 eine Luft, von 100° bis zum schwachen Rothglühen  
 sich von 1 Maafs auf 2,25, bis zum starken Rothglühen er-  
 Maafs aus. DAVY. Nach MÜNCKE dehnen sich die  
 über ihrem Siedpunct viel stärker aus, als die Luft.  
 re Flüssigkeiten, von 0 bis 100° C. erhitzt, dehnen

	0,0466		0,0200 Dalton.
Mittigt	0,0500		0,01887 Cavendish.
	0,0600	Quecksilber	0,01848 Lavoisier u.
137 sp. G.	0,0600		Laplace.
1.40 sp. G.	0,1100		0,01818 Hallstrom.
1.817 sp. G.	0,1100		0,01801 Schuchburgh.
	0,0700		0,01800 Per t u. Dulong.
	0,0700		0,01786 Deluc.
	0,0800		0,01695 Roy.

Wasser, und vielleicht auch einige andere Flüssigkeiten,  
 wenn es vom Gefrierpuncte an erwärmt wird, zuerst  
 und erst bei weiterer Warmehinzufügung dehnt es sich  
 es es sich daher bei der Temperatur, bei welcher es  
 ist, so dehnt es sich aus, man füge Wärme hinzu,  
 ziehe sie. Diesen Punct der größten Dichtigkeit giebt  
 + 3,23° C., BLAGDEN u. GILPIN, so wie GAY-  
 3,89°, CHARLES bei 4°, HÄLLSTRÖM bei 4,1°, HOPE

bei  $4,35^\circ$ , LEPREUR GINEAU und RUMFORD bei  $4,44^\circ$  und C  
TON bei  $5,55^\circ$  C. an. Die scheinbar größte Dichtigkeit  
Glasgefäßen eingeschlossenen Wassers zeigt sich nach DALTON  
bei  $+ 5,55^\circ$ , weil sich das Glasgefäß beim Erwärmen erw  
HÄLLSTRÖM's Tabelle über die Dichtigkeit des Wassers be  
schiedenen Temperaturen (*Ann. Chim. Phys.* 28, 56).

Lineare Ausdehnung der festen Körper bei der Erhitzung  
0 bis  $100^\circ$  C. \*).

Weißes Glas in Röhren	0,00089694	$= \frac{1}{1115}$	—	Lav. u. Lapl.
Flintglas	0,00081166	$= \frac{1}{1248}$	—	» » »
Steingut	0,00083000	$= \frac{1}{1200}$	—	Dalton.
Braune Fayance	0,00040000	$= \frac{1}{2500}$	—	» »
Antimon	0,00108333	$= \frac{1}{923}$	—	Smeaton.
Wismuth	0,00139167	$= \frac{1}{719}$	—	» »
Zink gegossen	0,00294167	$= \frac{1}{340}$	—	» »
gehämmert	0,00310833	$= \frac{1}{322}$	—	» »
Malacca - Zinn	0,00193765	$= \frac{1}{516}$	—	Lav. u. Lapl.
Blei	0,00284836	$= \frac{1}{351}$	—	» » »
Eisendrath	0,00123504	$= \frac{1}{812}$	—	» » »
Kupfer	0,00171733	$= \frac{1}{582}$	—	» » »
Messingdrath	0,00193337	$= \frac{1}{517}$	—	Smeaton.
Silber	0,00190268	$= \frac{1}{524}$	—	Lav. u. Lapl.
Gold	0,00155155	$= \frac{1}{644}$	—	» » »
Platin	0,0009918	$= \frac{1}{1008}$	—	Troughton.
Palladium	0,0010000	$= \frac{1}{1000}$	—	Wollaston.

Die nicht zum regulären System gehörenden Krystalle  
nach MIRSCHKEWITSCH (*Pogg.* 1, 125) beim Erwärmen ein  
gleiche Ausdehnung in der Richtung ihrer Axen, womit si  
Größe ihrer Winkel ändert. Bei Krystallen des 2 und 2glt  
Systems ist die Ausdehnung nach allen 3 Axen verschieden  
dieses hinsichtlich des Gypses von FAESNEL (*Bull. Philom.*  
100; auch *Pogg.* 2, 100) erwiesen ist. Bei den Krystall  
3 u. 3 und des 6gliedrigen Systems ist die Ausdehnung un  
3 Nebenaxen gleich, aber von der nach der Hauptaxe versch  
Die stumpfer Winkel des primitiven Kalkspathrhomboeders neh  
einer Erwärmung um  $100^\circ$  C. um  $8^\circ 15'$  ab, und die scharfen un  
so viel zu. Es folgt sogar aus den Versuchen und Berech  
von MIRSCHKEWITSCH u. DALLON, daß, während sich der  
spath beim Erwärmen nach der kürzern Hauptaxe bedeu  
dehnt, er sich in der Richtung der Nebenaxen zusammenzieht.

Da die elastischen Eigenschaften in so vielen Beziehungen  
abhängen von Hinsicht ihrer Verbindung mit einfachen Raum  
formen, die normalster Materien sind, da an ihnen keine Co  
well genommen wird, welche wahrscheinlich bei den tropfba  
sigen und festen Stoffen auf ihre Ausdehnung durch Erwä

\* Vgl. auch die Tabelle über die Ausdehnung der festen Körper in die  
mit S. 100 u. 101 verbunden ist, sowie die Tabelle über die Ausdehnung

wirkt; da sie sich außerdem sämmtlich bei gleicher Reizung stark ausdehnen, so ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß ihre Ausdehnung auch eine gleichförmige sey, d. h. v. B. eine hinzugefügte Warmemenge eine Ausdehnung bewirkt hat, eine zweite gleiche Warmemenge eine weitere Ausdehnung genau um 0,001 des ersten Umfangs hervorbringt. Dieses angenommen, zeigen alle übrige Stoffe eine ungleiche Ausdehnung, indem bei ihnen gleiche Warmemengen bei verschiedenen Temperaturen größere Ausdehnung bewirken, als in der ersten. Theilt man die Umfangszunahme, welche die verschiedenen Körper vom Gefrier- bis zum Siedepunkte des Wassers erleiden, in 100 gleiche Theile oder Grade, so findet man, daß bei diesen Theilen die verschiedenen Materialien um eine verschiedene Anzahl Theilen weiter ausgedehnt werden, und zwar nach LAMBERT und DULONG in folgendem Verhältnisse:

Quecksilber.	Platin.	Kupfer.	Eisen.	Glas.
0	0	0	0	0
100	100	100	100	100
151,3	—	—	—	—
204,6	—	—	—	213
255,1	—	—	—	—
314,15	311,6	328,8	372,6	352,9
360	—	—	—	—

Die Ausdehnung der Körper durch die Wärme beruhen auf der Eigenschaft der *Thermometer*, welche die niedrigeren Temperaturgrade messen, und die für Bestimmung der höheren Hitzgrade eingerichtet sind. Da bloß die Gase und Dämpfe eine gleichförmige Ausdehnung besitzen, so geben die gewöhnlichen Thermometer, welche Quecksilber oder Weingeist enthalten, die wahre Temperatur nicht ganz richtig, sondern in der Hitze etwas zu hoch an, wie sie auch untereinander nicht übereinstimmen. (Die Angaben der Grade eines Quecksilber-, Platin-, Kupfer- oder Eisen-Thermometers ergibt sich aus der eben gegebenen Tabelle. Bei Gasen und Flüssigkeiten kommt außerdem die Ausdehnung des Thermometers, in welchem sie enthalten sind, in Anschlag, wodurch ihre Ausdehnung eine geringere wird, als ihre wirkliche ist. Auch LAMBERT (Brugn. Giorn. 15, 268; 16, 217 u. 291) gezeigt, daß die Angaben der Quecksilberthermometer mit der Zeit meistens abnehmen, so daß dann beim Eintauchen in schmelzendes Quecksilber  $\frac{1}{2}$  bis  $1^{\circ}$  R. über dem angemerkten Frostpunkte bleibt; eine mit FLAUGERGUES (Ann. Chim. Phys. 22, 22) und AUG. DE LA RIVE u. F. MARCET (Bibl. univ. 22, 22) beobachtete Abnahme des Drucks der äußern Luft auf die Thermometerkugel, da das Quecksilber ein luftleerer Raum befindet, abzuleiten. vgl. auch v. YELIN (Kastn. Arch. 3, 109) (Schw. 40, 300). Beim gewöhnlichen Luftthermo-

meter ist die Luft in einer Glaskugel mit Röhre eingeschlossen und diese durch einen Tropfen einer nicht leicht verdampfenden Flüssigkeit, wie Vitriolöl, gesperrt. Beim *Differentialthermometer* oder *Photometer* befindet sich die Luft in 2 mittelst einer U-förmig gebogenen Röhre vereinigten Kugeln; der Tropfen Flüssigkeit, welcher sich in der Röhre befindet, wird hin oder her gehen, je nachdem die eine oder die andere Kugel stärker erhitzt wird, und dient mit Temperaturdifferenzen, aber keine bestimmte Grade anzeigt, ist die eine Kugel mit Ruß, die andere mit Blattgold bedeckt, wird sich erstere im Lichte stärker erhitzen, als letztere, und dient dieses Instrument zum Messen der Lichtstärke. **LESLEI'S** Röhre hält das Instrument, statt Luft, Weingeistdampf, nebst überflüssigem Weingeist, so ist es noch empfindlicher, **HOWARD'S** *Luft-Pyrometer* ist eine hohle Platinkugel, mit einer Ausleitungs-röhre versehen. Je heftiger das Feuer, welchem man die Kugel aussetzt, desto mehr wird Luft ausgetrieben, welche man in Wasser auffängt und dem Maasse nach bestimmt. Das *Quecksilber-Thermometer* eignet sich für Temperaturen zwischen  $+350^{\circ}$  —  $-38^{\circ}$ ; das *Weingeist-Thermometer* für Temperaturen von  $+10^{\circ}$  bis zu der größten Kälte, da der Weingeist nicht so leicht friert, wie das Quecksilber. **BREGUET'S** *Metall-Thermometer* bei welchem 3 sehr feine Streifen von Platin, Gold und Silber auf einander gelegt und zu einer Spirale gewunden sind, welche sich wegen der ungleichen Ausdehnung und Zusammenziehung dieser Metalle beim Erwärmen und Erkalten bewegt, und einen Zeiger in Bewegung setzt, — dient weniger zur genauen Temperaturbestimmung, als, wegen seiner Dünne, zur Erkennung rasch übergehender Temperaturveränderungen (*Ann. Chim. Phys.* 5, kürzer *Schw.* 20, 465). Das *Metall-Pyrometer* besteht aus einer Stange von Silber, oder, bei hohen Hitzgraden, von Platin, in einer Hülse von Porcellan oder, mit Reisblei gemengten, Thonmasse, empfindlich. Die Metallstange dehnt sich in der Hitze stärker aus, als die Thonmasse, und setzt den Zeiger eines Zifferblattes in Bewegung. vgl. **DANIELL** (*Qu. J. of Sc.* 12, 309; auch *Schw.* 41-).

**REAUMUR** theilt den Zwischenraum zwischen dem Schmelz- und Siedepunct des Wassers in 80, **CELSIUS** in 100\*), **DELAISLE** in 150 und **FAHRENHEIT** in 180 gleiche Theile. Die 0 setzen **Null** beim Schmelzpunct, **DELAISLE** beim Siedepunct des Wassers, **FAHRENHEIT** bei  $32^{\circ}$  unter dem Schmelzpuncte; sind  $= -5^{\circ}$  D.  $= 5^{\circ}$  C.  $= 4^{\circ}$  R., wobei nur noch die verschiedene Steilung des Nullpunctes zu berücksichtigen ist.

\*) Die in diesem Werke vorkommenden Temperaturangaben beziehen sich sammtlich auf diese *Reaumur'sche, centigrade Scale*.

WEDGWOOD'S Pyrometer beruht umgekehrt auf der Verkleinerung des Thoncyinders bei höherer Temperatur. Der erste Grad W. bei WEDGWOOD bei  $598^{\circ}$  C. und jeder Grad W. bei demselben  $2^{\circ}$  C. Nach GUTTON-MORVEAU hingegen ist der erste Grad W. bei  $270^{\circ}$  C. und jeder Grad W.  $34^{\circ}$  C. Es scheint dies Pyrometer wegen der ungleichen Ausdehnung der Thoncyinder sehr unsicher zu seyn.

Die sich in den Körpern verbreitende Wärme häuft denselben je nach ihrer verschiedenen Natur in verschiedener Menge an, man mag die Körper ihrem Umfange oder Gewichte nach mit einander vergleichen. Die verschiedenen Körper bedürfen einer verschiedenen Menge Wärme, um gleich stark erhitzt zu werden, und sie enthalten beim Erkalten um gleiche Temperaturgrade eine verschiedene Menge von Wärme. Diese verschiedene Wärme der Körper heißt *specifische Wärme*, wenn man die absolute, *relative Wärme*, wenn man den Umfang zum Vergleich nimmt.

Wenn man Gemengen verschiedener Körper von verschiedenen Capacitäten und Temperaturen wird die Temperatur des Gemenges ein Mittel halten zwischen den Temperaturen der einzelnen Körper. — Gleiche Gewichte gleich stark erhitzter Körper von verschiedenen Capacitäten werden die Temperatur einer gleichen Menge um verschiedene Grade erhöhen. — Oder sie werden eine bestimmte Menge von Eis auf  $0^{\circ}$  schmelzen. — Gleich stark erhitzte Kugeln von Stoffen, die eine verschiedene Capacität haben, werden verschiedene Zeit bedürfen, um in einem Medium bis zu demselben Punct zu erkalten, wobei jedes das ausstrahlende Vermögen der Oberfläche in Rechnung zu nehmen oder gleich zu machen ist. — Der ersten dieser Methoden sind WILKE, CRAWFORD, KIRWAN, DALTON; der zweiten LAROCHE u. BERARD; der dritten vorzüglich LAVOISIER u. LAPLACE mit ihrem *Calorimeter*; der vierten MAYER, BERZELIUS und PETIT u. DULONG, um die specifische oder relative Wärme der Körper zu bestimmen.



Specifische Wärme, die des Wassers = 1,000

Luft b. gewöhnlichem Drucke	0,2669	Del. u. B.	Kohlens. Kalk	0,270
Sauerstoffgas	0,2361	Clem. Des.	Flintglas . .	0,190
Wasserstoffgas	3,2936	Del. u. B.	Antimon . .	0,064
Wasserdampf .	0,8470?	— —	Wismuth . .	0,042
Wasser . . .	1,0000	— —	Zink . . .	0,100
Eis . . . .	0,9000	Kirwan.	Zinkoxyd . .	0,137
Kohlenoxydgas	0,2884	Del. u. B.	Zinn . . .	0,070
Kohlens. Gas	0,2210	— —	Blei . . .	0,040
Oelerzeug. Gas	0,4207	— —	Bleloxyd, gelbes	0,068
Schwefel . .	0,190	Dalton.	Eisen . . .	0,130
Vitriolöl . .	0,350	—	Kupfer . . .	0,111
— . . . .	0,333	Irvine.	Kupferoxyd .	0,227
Salzsäure von 1,153 sp. G.	0,600	Dalton.	Quecksilber .	0,033
Stickgas . .	0,2754	Del. u. B.	Silber . . .	0,082
Oxyd. Stickgas	0,2369	— —	Gold . . .	0,050
Salpeters. von 1,36 sp. G.	0,630	Dalton.	Platin . . .	0,130
— v. 1,20 sp. G.	0,760	—	Weingeist von 0,793 sp. G.	0,622
Wässr. Ammon. v. 0,948 sp. G.	1,030	—	— v. 0,817 sp. G.	0,700
Kochsalz . .	0,230	—	Schwefeläther v. 0,715 sp. G.	0,520
Kalk . . .	0,300	—	— v. 0,760 sp. G.	0,660
Kalkhydrat .	0,400	—	Terpenthinöl	0,472
			— rectificirtes	0,462
			Wallrathöl .	0,520

Die specifische Wärme, multiplicirt mit dem specifischen Gewichte der Körper, giebt ihre relative Wärme.

Setzt man die relative Wärme der gemeinen Luft bei 1 Meter äußerem Druck = 1, so ist die relative Wärme einer Luft bei einem Druck von 1,0058 M. stehenden Luft (deren Dichte sich zu ersterer = 1,3583 : 1 verhält) nach DELAROCHE BÉRARD = 1,2396, während demnach die specifische Wärme der verdichteten Luft nur  $\frac{1,2396}{1,3583} = 0,9126$  beträgt, die specifische Wärme der Luft von gewöhnlichem Druck = 1 gesetzt, man die relative Wärme von Luft bei 0,758 Meter Druck so hat sie nach CLEMENT u. DESORMES bei 0,379 M. Druck die relative Wärme von 0,693, bei 0,189 M. von 0,368 und bei 0,094 M. von 0,368. Nach Letzteren ist bei 0,758 M. äußerem Druck die relative Wärme (die der Luft = 1 gesetzt) des Sauerstoffgases 0,664, und des kohlensauren Gases 1,500. Nach KRAFT dagegen haben alle Luftarten, namentlich gemeine Luft, Sauerstoffgas, Wasserstoffgas, kohlensaures Gas, Steinkohlengas und sobald sie von Wasserdampf befreit sind, genau dieselbe specifische Wärme \*); enthalten sie dagegen Dämpfe von Wasser, Aether, brenzlichem Oel, so ist hiermit die relative Wärme vergrößert.

\*) Schon GAY-LUSSAC (*Gilb.* 45, 321) sprach dieses aus, jedoch, durch eigene, so wie durch DELAROCHE'S u. A. Versuche veranlaßt, wieder zurück (*Gilb.* 48, 392).



Wärmecapacität eines und desselben Körpers nimmt zu mit der Temperatur; dieses ist am merklichsten bei denjenigen Körpern, welche sich durch die Wärme am meisten ausdehnen, nämlich den Gasarten; doch auch bei Metallen und Glas steigt nach D. u. PETIT deutlich die spezifische Wärme mit zunehmender Temperatur. Setzt man die spezifische Wärme der Luft bei  $0^{\circ} \text{C.} = 1$ , so ist sie bei  $+ 52^{\circ} = 1,206$ . GAY-LUSSAC (Chem. 83, 108). Bestimmt man die spezifische Wärme fester Körper, indem man sie das eine Mal bis zu  $100^{\circ}$  erhitzt, dann in kaltes Wasser bringt und dessen Temperaturzunahme misst, und das andre Mal, indem man sie bis zu  $300^{\circ}$  erhitzt, und dann die folgende verschiedene spezifische Wärmen:

Loth	Quecksilber	Zink	Antimon	Silber	Kupfer	Platin	Glas
0,1098	0,033	0,0927	0,0507	0,0557	0,0949	0,0335	0,177
0,1218	0,035	0,1015	0,0549	0,0611	0,1013	0,0355	0,190

Man sieht, dass die ungleichförmige Ausdehnung beim Erhitzen am raschesten wächst, nehmen dabei auch am meisten an spezifischer Wärme zu; auch die relative Wärme steigt hierbei, so dass wenn die Ausdehnung erst  $\frac{1}{100}$  beträgt, die vermehrte Wärme schon etwa  $\frac{1}{10}$  ausmacht. DULONG u. PETIT. Nach (Ann. 28, 355) soll die spezifische Wärme des Wassers mit der Temperatur abnehmen, die der übrigen Körper unverändert bleiben.

Man hat die Annahme, dass sich die spec. Wärme der elastischen Flüssigkeiten umgekehrt wie ihre Atom- oder Molekulargewichte verhalte, also im geraden Verhältniss stehe zur Zahl ihrer Atome bei gleichem Gewichte, für welche HAYKRIFT'S Versuche sprechen, nach welchen alle Gase dieselbe relative Wärme haben, haben DULONG und BERZELIUS auf alle einfache Stoffe auszudehnen gesucht. Sie fanden bei Anwendung der vierten Methode, und zwar im Wasserbade, die hier folgenden specifischen Wärmen; vergleicht man mit diesen die beigesetzten M.Gewichte, so erhält man immer fast dasselbe Product, nur mit der Ausdehnung, dass das M.G. des Silbers  $\frac{1}{2}$ , des Kobalts  $\frac{2}{3}$ , des Kupfers und Golds  $1\frac{1}{2}$ , und des Platins 2mal so groß angesetzt werden muss, als es S. 35 geschehen ist.

	spec. Wärme.	M.G.	Product.
Schwefel	0,1880	16	3,008
Tellur	0,0912	32,2	2,937
Wismuth	0,0288	106,5	3,067
Zink	0,0927	32,2	2,985
Zinn	0,0515	58,8	3,042
Blei	0,0293	104	3,047
Eisen	0,1100	28	3,080
Kobalt	0,1498	19,6	2,938
Nickel	0,1035	29,5	3,053
Kupfer	0,0949	32	3,037
Silber	0,0557	54	3,008
Gold	0,0298	99	2,950
Platin	0,0314	96	3,014

Sollte sich dieses merkwürdige Gesetz bestätigen, nach welchem also 2 einfache Stoffe bei gleicher Temperatur und Zahl der M.Gewichte gleich viel freie Wärme enthielten, so ließe sich aus der spec. Wärme eines Körpers sein M.G. auf eine bestimmte Weise festsetzen. — Da dies Gesetz, wenn es richtig ist, bei allen Temperaturen richtig seyn muß, so wäre zu folgern, daß durch Erhitzung vermehrte spec. Wärme bei allen einfachen Stoffen in demselben Maasse steigt. — Auch bei zusammengesetzten Stoffen scheint nach DULONG u. PETIT ein einfaches Verhältniß zwischen spec. Wärme und M.G. statt zu finden (und zwar es, daß das Product der spec. Wärme in das M.G. mit 2 dividirt werden muß, um die ungefähre Summe von 3,000 zu erhalten).

Man kann die Capacität der Körper für die Wärme ihrer Adhäsion gegen dieselbe erklären, und, wenn das Gesetz von DULONG u. PETIT richtig ist, annehmen, jeder einfache Stoff, es sey groß oder klein, bedürft eine gewisse gleiche Wärmemenge, um auf eine bestimmte Temperatur zu kommen. Sollte obiges Gesetz nicht gültig seyn, anzunehmen, den verschiedenen Körpern komme eine verschiedene Adhäsion gegen die Wärme zu, vermöge von sich, obgleich in ein ganz gleichförmiges Medium vor sich eintaucht, in gleicher Temperatur befindlich, doch verschiedene Menge in sich aufsaugen, ungefähr, wie Schwämme von verschiedener Porosität eine verschiedene Menge Wasser in sich nehmen.

Sofern die vermöge der Adhäsion an den Körpern verbleibende Wärme durchaus nichts von ihrer Elasticität verliert, und die Körper sogleich verflüchtigt, so wie ein benetzter Körper,

per eine nur um das geringste niedrigere Temperatur  
so nennt man die auf die angegebene Weise sich in  
Körpern aufhaltende Wärme *freie, ungebundene, fühlbare*  
(s. 2).

### *Chemische Verhältnisse.*

#### *Verbindungen der Wärme mit den wägbarren Stoffen zu Flüssigkeiten.*

Bämmtliche wägbarre Flüssigkeiten sind anzusehen als che-  
mische Verbindungen wägbarer Stoffe mit einer gewissen  
Wärmemenge.

CLEMENT u. DESORMES schreiben auch dem luftleeren Raume eine  
Wärmecapacität zu, welche sie, die Capacität eines gleichen Um-  
raumes Luft zu 1 gesetzt,  $= 0,41$  gefunden haben wollen. Allein  
L. L. SAVIC hat gezeigt, daß wenn man in einer 0,075 Meter  
langen Röhre eine Torricellische Leere darstellt, in welcher sich  
ein empfindliches Thermometer befindet, und durch schnelles Auf-  
steigenlassen des Quecksilbers die Leere bald verengert,  
bald erweitert, keine Erhitzung oder Erkaltung wahrgenommen  
wird, außer, wenn etwas Luft zugegen ist. CLEMENT u. DESOR-  
MES dagegen ließen in einen mittelst der Luftpumpe erzeugten un-  
tadelhaften luftleeren Raum Luft treten, und leiteten die dabei  
erzeugte Temperaturerhöhung von derjenigen Wärme ab, welche  
dem luftleeren Raume mittelst der eindringenden Luft ausgetrie-  
ben worden wäre. Allein diese Wärme läßt sich fuglicher daraus  
erkennen, daß die noch im Gefaße befindliche, so wie die zuerst  
eintretende Luft durch die nachfolgende zusammengepreßt werden,  
und ihre spezifische Wärme abnimmt. Auch haben AUG. DE LA  
ROCHE u. F. MARCET (*Bibl. univ.* 22, 265) gezeigt, daß wenn sich  
diesem luftleeren Raume dicht an der Oeffnung, durch welche  
Luft eintritt, ein Thermometer befindet, dieses in den ersten  
Augenblicken, wo die Luft eintritt, sinkt, und erst später steigt,  
Beweis, daß die zuerst eintretende Luft bei ihrer Ausdehnung  
Wärme verschluckt, die sie bei der folgenden Zusammenpressung  
an die nachströmende Luft wieder frei werden läßt. Ist die  
Wärmecapacität aus einer Adhäsion der Wärme an die wägbarren  
Stoffe abzuleiten, so kann von einer Capacität des leeren Raumes  
keine wohl die Rede seyn. Auf der andern Seite möchte dennoch  
die Anwesenheit von etwas Wärme im luftleeren Raume nicht ge-  
zweifelt werden können: denn die Expansivkraft der Wärme wird  
durch die Adhäsion, welche die festen Wandungen des luftleeren  
Raumes auf dieselbe ausüben, nicht in dem Grade überwunden wer-  
den können, daß nicht noch etwas Wärme in demselben bliebe, und  
weil diese Wandungen sind, desto mehr Wärme werden sie  
unabzurufen Zustände in der Leere lassen; oder, nach der ge-  
wöhnlichen Ansicht: die den leeren Raum begrenzenden Wandun-  
gen schicken durch denselben beständig Warmestrahlen aus und er-  
halten wieder; der leere Raum muß demnach mit, sich nach allen  
Richtungen kreuzenden Warmestrahlen gefüllt seyn.

Stoffe, welche bei niederer Temperatur fest erscheinen bei höherer tropfbar - und elastisch - flüssig; es schwindet bei dieser Veränderung ihres Aggregatzustand ein Theil der Wärme sowohl für das Gefühl, als auch das Thermometer, da diese nun chemisch verbunden und durch bis zu einem gewissen Punct ihrer Elasticität befreit ist. Kehren diese Körper in ihren vorigen Aggregatzustand zurück, so wird diese Wärme wieder durch Gefühl und Thermometer bemerkbar. Die so mit den gewickelten Stoffen zu Flüssigkeiten verbundene Wärme heißt *verbundene, latente, verborgene Wärme*, sofern ihr Gleichgewicht streben bis auf einen gewissen Punct durch die Affinität ponderablen Stoffs überwunden ist, oder auch *Flüssigkeitswärme*, sofern sie als Ursache der Flüssigkeit der wärmbaren Stoffe angesehen wird. — Es ist jedoch wahrscheinlich, daß auch feste Körper Wärme chemisch gebunden enthalten, was sich aus II ergeben wird. — Ein Körper kann demnach die Wärme auf zweierlei Weise enthalten, erstens chemisch verbunden, zweitens adhärend.

#### 1. *Bildung von tropfbaren Flüssigkeiten.*

Ein fester Körper, in einem kalten Medium befindlich wird, wenn in letzteres allmählig mehr Wärme übergeführt wird, bei einer gewissen Temperatur desselben im Stande seyn, einen Theil dieser Wärme zu binden und damit eine tropfbare Flüssigkeit zu erzeugen. Die Temperatur, bei welcher diese Schmelzung erfolgt, der *Schmelzpunkt*, ist bei verschiedenen Stoffen, je nach ihrer Affinität gegen die Wärme verschieden, dagegen bei einerlei Stoff vollkommen constant, so lange noch zu schmelzender Körper übrig ist; wird dieser die im Ueberschuß zugeführte Wärme verbrauchen, und erst nach der völligen Schmelzung stellt sich in der entstandenen Flüssigkeit bei weiterem Hinzufügen Wärme eine höhere Temperatur ein. Vermindert man umgekehrt die Wärme im umgebenden Medium, so wird die gebildete Flüssigkeit anfänglich bloß diejenige freie Wärme

Medium abtreten, durch welche sie über den Schmelzpunkt erwärmt worden war; sinkt aber zuletzt die Temperatur des Mediums unter den Schmelzpunkt, so trägt wieder das Bestreben der Wärme, das umgebende Medium zu erfüllen, über ihre Affinität zum festeren Medium Sieg davon, die Wärme verläßt den wärmeren und derselbe tritt wieder in seinen festen Zustand. Die Temperatur, bei welcher das Festwerden erfolgt, der *Gefrierpunkt*, fällt meistens mit dem Schmelzpunkt zusammen, denn so wie auf der einen Seite ein Körper beim Hinzufügen von Wärme nicht eher über seinen Schmelzpunkt annimmt, als bis die zur Schmelzung nöthige Warmemenge gebunden hat, so sinkt eine Flüssigkeit meistens vor ihrem völligen Festwerden unter ihren Schmelzpunkt, indem die Warmemenge von aussen durch die aus der chemischen Verbindung werdende Wärme so lange ersetzt wird, bis alle Wärme verschwunden ist. Jedoch können einige Flüssigkeiten, wie Wasser, bei grosser Ruhe mehrere Grade unter dem Schmelzpunkt erhalten, und gefrieren dann, besonders durch Rühren, oft augenblicklich, wobei die Temperatur des Wassers wieder auf seinen Schmelzpunkt in die Höhe geht; eine Ausnahme, welche mit der S. 12 hinsichtlich der Kryoskopie angeführten einerlei ist.

Setzt man zu Eis auf  $0^{\circ}$  gleichviel Wasser auf  $+ 75^{\circ}$ , so schmilzt das Eis, und das erhaltene Wasser zeigt eine Temperatur von  $0^{\circ}$ . Es sind demnach die  $75^{\circ}$  Wärme des Wassers verschwunden, um das Eis in Wasser zu verwandeln. Auf eine entsprechende Weise verhalten sich die übrigen festen Körper.

Setzt man Wasser auf  $0^{\circ}$  zusammen mit Eis unter  $0^{\circ}$ , so schmilzt das Eis, und die Temperatur des Wassers bleibt bei  $0^{\circ}$  stehen. Hier wird die latente Wärme des Wassers, und erhöht die Temperatur des Eises.

Einige Körper haben theils eine grössere, theils eine geringere Dichtigkeit, als die Flüssigkeit bei derselben Temperatur; im Falle dehnt sich der Körper aus im Moment des Starrwerdens und versprengt daher zuweilen die Gefässe. So verhalten sich



Wasser, und, nach REAUMUR, Gufseisen, Wismuth, Antimon.~  
specifische Gewicht des Eises ist nach LE ROYER u. DUMAS 0,

Alle Körper, wofern sie sich nicht schon unter ihrem Schmelzpunkte zersetzen, sind schmelzbar; einige bei den beträchtlichen Kältegraden, die hervorgebracht werden können, so daß man noch nicht in den festen Zustand zurückzuführen vermocht, andere erst in den höchsten Hitzgraden. *Leicht- und streng-flüssige Körper, Corpora fusibilia und refractaria*; zu letzteren gehören vorzüglich der Kohlenstoff, und einige Metalle und Metalloxyde. Der Schmelzung mancher Körper geht eine Erweichung voraus, welche einzelne Theile derselben fähig macht, an einander zu kleben. Schweißen des Eisens; Zusammensintern der Porcellanmasse.

## 2. G a s b i l d u n g \*).

Allen wägbaren Stoffen kömmt eine Affinität gegen die Wärme zu, vermöge welcher sie sich mit derselben zu einer *elastischen Flüssigkeit*, einem *Gas*, zu vereinigen streben.

Diese Affinität ist sehr verschieden. Mit größerem Bestreben zur Gasbildung begabte Stoffe heißen *flüchtige*, die, bei denen diese Neigung geringer ist, *feuerbeständige, fixe; Corpora volatilia und fixa*. Im Ganzen sind die Körper um so flüchtiger, je leichter schmelzbar sie sind; jedoch ist z. B. das Wasser flüchtiger, als das Quecksilber und Vitriolöl.

Die Gase sind diejenigen Verbindungen von wägbaren Stoffen mit Wärme, in denen letztere am meisten vorherrscht; sie hat die Cohäsion der wägbaren Stoffe aufgehoben und ihnen dagegen ein Bestreben ertheilt, sich, wenn kein Hinderniß

---

\*) Man theilte die elastischen Flüssigkeiten in permanente und nicht permanente; unter ersteren, den *Gas- oder Luftarten*, versteht man diejenigen, welche weder durch Druck, noch durch Erkalten in einen andern Zustand übergeführt werden können, unter nicht permanenten, oder den *Dämpfen*, diejenigen, die durch diese Mittel ihren elastisch-flüssigen Zustand verlieren. Dieser Unterschied ist jedoch nur ein relativer, wie FARADAY dieses durch Verdichten vieler zu den Luftarten gezählten Materien erwiesen hat, und wenn wir ihn noch beibehalten wollen, so hätten wir etwa unter Luftarten diejenigen elastischen Flüssigkeiten zu verstehen, welche bei einem Druck 0,76 M. Quecksilberhöhe nicht verdichtet werden, und unter Dampfarten die, welche unter diesen Umständen aufhören, elastisch-flüssig zu seyn. Das Wort *Gas* bedeutet hiernach in einem engern Sinne so viel wie *Luft* (mit Ausschluss der atmosphärischen), bald begreift es in weiterem Sinne Luft und Dampf zugleich, und drückt dann dasselbe aus, wie: elastische Flüssigkeit. Letzterer Bedeutung möchte der Vorzug gebühren.



gegeben ist, ins Unendliche auszudehnen. Dieses Ausdehnungsbestreben der Gase ist ihre *Elasticität*, *Spannung* *Tension*. Dasselbe steht bei gleicher Temperatur und einerlei Gas in geradem Verhältnisse mit seiner Dichtigkeit.

#### A. Bedingungen der Gasbildung.

##### a. Es mußs ein gewisser Raum gegeben seyn.

Eine jede wägbare Materie nimmt in ihrer Gasgestalt einen größern Raum ein, als in fester oder tropfbar-flüssiger. Daher eine feste oder tropfbar-flüssige Materie dicht von Bindungen umschlossen, die nicht nachgeben, so erfolgt, wenn sie nicht zersprengt werden, bei keiner Temperatur Gasbildung.

Befindet sich dagegen die Materie in einem leeren Raume, so wird sich von ihr eine dem Umfange des leeren Raumes, Temperatur und ihrer Natur entsprechende Menge in Gas verwandeln.

Ma dem Umfange des leeren Raumes steht die Menge des erzeugten Gases in einem einfachen geraden Verhältnisse; ein doppelter Raum wird eine doppelte Menge Gas enthalten. Hat man in einem leeren Raume Gas in einer gewissen Menge erzeugt, so hindert das Bestreben des erzeugten Gases, sich auszudehnen, die weitere Vergasung des übrigen Stoffs; denn mit dieser würde die Ausdehnung des schon gebildeten Gases erfolgen; es tritt also ein Gleichgewicht ein zwischen der Elasticität des erzeugten Gases und der Neigung des übrigen Stoffs, sich mit Wärme zu Gas zu verwandeln, und hiermit hört die weitere Gasbildung auf. Der leere Raum ist jetzt bei der gegebenen Temperatur gleichsam mit Gas gesättigt, oder es ist ein gesättigtes Gas entstanden.

Erhöht man jedoch die Temperatur, so erhält wieder die Affinität der Wärme zum übrigen Stoffe die Oberhand über die Elasticität des erzeugten Gases, es erfolgt neue Gasbildung; hiermit tritt eine größere Menge von Gas in demselben Raume an; es ist eine Vergrößerung der Elasticität desselben gegeben, und die Spannung wird allmählig so weit steigen, daß wieder das Gleichgewicht eintritt und die weitere Gasbildung aufhört. Je höher demnach die Temperatur, eine desto größere Menge eines Stoffs verwandelt sich in einem leeren Raume in Gas, und eine desto größere Elasticität besitzt dasselbe.

Schliesst man Weingeist, Aether, Steinöl in eine starke gläserne Röhren ein, so verwandeln sie sich beim blofs in dem Falle völlig in Gas, wenn der leere, nicht mit dem gefüllte Raum etwas mehr beträgt, als der Umfang quidums. Der Weingeist wird beim Erhitzen immer be- dehnt sich zu seinem doppelten Umfange aus, und verwa- dann plötzlich in ein Gas, und zwar in dem Falle, wo e- geist die Hälfte der Röhre füllt, bei  $207^{\circ}$  C. Nimmt d- geist über die Hälfte derselben ein, so wird sie beim Erl- sprengt. Eine Glasröhre, zu  $\frac{1}{3}$  mit Wasser gefüllt, v- Erhitzen undurchsichtig und zerbricht einige Augenblick- Vermindert man diese chemische Wirkung des Wassers- Glas durch Hinzufügen von wenig kohlensaurem Natron, sich das Glas viel weniger, und wenn dann das Wasser  $\frac{1}{4}$  d- Raumes einnimmt, so verwandelt es sich ungefähr in der- schmelzenden Zinks in Dampf. CAGNIARD DE LA TOI- der Erhitzung einer vergasbaren Materie nimmt die Span- Gases in einem viel grössern Verhältnisse zu, als seine D- weil die Wärme nicht blofs die Elasticität durch Vermeh- Gases erhöht, sondern auch durch ihre ausdehnende Kraft- bildeten Gase eine grössere Elasticität ertheilt. Für das- hat DESPRETS folgendes Beispiel berechnet:

Temperatur	Elasticit.	Wirkl.Dichte	Dichte, die der Elast. entsprechen würde
$0^{\circ}$ C.	0,005 Met.	1,00	1,0
25	0,023	4,20	4,6
50	0,089	14,90	17,8
75	0,285	44,49	57,0
100	0,760	110,54	152,0
120	1,449	199,86	289,8
140	2,356	308,98	471,2
163	3,571	443,32	714,2

Die Menge des erzeugten Gases ist endlich bei gleich- des luftleeren Raumes und bei gleicher Temperatur versc- nach der *Natur der Stoffe*, theils weil das specifische Ge- rer Gase (welches, wie S. 40 u. 41 gezeigt worden ist) Mischungsgewicht der Stoffe in einer sehr nahen Beziehun- ein verschiedenes ist, theils weil, je geringer die Neig- Stoffes zur Gasbildung, eine um so kleinere Menge gebild- ses vermöge der ihr zukommenden geringen Elasticität s- reicht, die weitere Vergasung zu unterdrücken. Hieraus- das Gas, mit welchem verschiedene Stoffe bei derselben- tur einen luftleeren Raum erfüllen, eine verschiedene Elast- ben mufs, und zwar eine um so grössere, je grösser die- des Stoffs zur Wärme.

Die vergasbarsten Stoffe der Erde, soweit sie nicht d- Verbindung mit den fixern davon abgehalten wurden, ha-

weise in Gas verwandelt, und dieses Gasgemeng umgiebt, *atmosphärische* oder *gemeine Luft*, die Erde. Das Gewicht, welchem diese Luft auf die Oberfläche der Erde drückt, ist nach meteorischen Veränderungen und nach der Höhe eines Ortes verschieden, kommt jedoch im Durchschnitt dem Drucke aus, welchen eine 28 par. Zoll 0,9 Linien oder 29,84 engl. oder 0,76 Meter hohe Quecksilbersäule ausüben würde, und wird der dieser Höhe der Quecksilbersäule entsprechende Luftdruck als der normale Barometerstand angenommen, und *Luftdruck*, *Luftsaule*, *Atmosphäre* genannt. Ein vergasbarer Körper auf der Oberfläche der Erde befindet sich also gleichsam in einem Gefäße, dessen Wandungen ihn mit einem Druck, welcher dem Druck einer Quecksilbersäule von 0,76 Meter Höhe gleich kommt dicht umschließen. Ist der Körper in eine nachgiebige Hülle eingehüllt, oder durch Quecksilber oder auf eine andere Weise vor der unmittelbaren Berührung der Luft geschützt, so wird er sich in dem Falle nicht in Gas verwandeln, wenn die Elasticität seines Gases bei der gegebenen Temperatur geringer ist, als der Luftdruck, d. h. wenn sie weniger als 0,76 M. der Quecksilbersäule beträgt. Da jedoch diese Elasticität mit der Temperatur des Körpers zunimmt, so giebt es für jeden Körper eine gewisse Temperatur, bei welcher die Elasticität seines Gases dem Luftdruck das Gleichgewicht halt, und es also nicht durch denselben comprimirt werden kann. Diese Temperatur ist der *Siedpunkt*, *Siedepunkt* eines Körpers. Bei dieser verwandelt er sich des Luftdrucks ungeachtet in Gas, so bald noch die weitere, zur Gasbildung erforderliche, Wärme zugeführt wird.

Um nun einen Körper, dessen Gas bei der gegebenen Temperatur eine dem Luftdruck nicht gewachsene Elasticität besitzt, in flüssiger Menge in eine Torricellische Leere, also in einen Raum, in welchem der Luftdruck durch eine entsprechend hohe Quecksilbersäule aufgehoben ist, so füllt der Körper den leeren Raum mit Gas von einer der Temperatur entsprechenden Elasticität. Durch die Quecksilbersäule der Barometerröhre um die Elasticität entsprechende Höhe herabgedrückt; denn die Elasticität des Gases vertritt jetzt einen Theil des Drucks der Quecksilbersäule. Auf diese Weise löst sich die Elasticität eines elastischen Gases bei einer gegebenen Temperatur in Linien oder Millimetern der Quecksilbersäule bestimmen.

Um nun den in der Torricellischen Leere befindlichen Theil des Körpers, der noch nicht in Gas verwandelt ist, so nimmt die Wichtigkeit und Elasticität des entstehenden Gases zu; dasselbe drückt die Quecksilbersäule um so weiter herunter, je höher die Temperatur, und also je elastischer es wird; bis endlich das Quecksilber in der Barometerröhre so tief steht, wie außerhalb. Diese

Temperatur ist wieder der Siedpunct, denn jetzt vermag das Gas für sich allein, dem Druck der Luft das Gleichgewicht zu halten.

Mit Verminderung oder Vergrößerung des Luftdrucks ändert sich auch die Temperatur, bei welcher eine Materie Gasgestalt annimmt, oder der Siedpunct; doch wird in den meisten Fällen der Siedpunct ein Druck von 0,76 M. Quecksilbersäule vorausgesetzt.

### Elasticität der Gase.

#### 1. Der permanenten, in ganzen Luftsäulen ausgedrückt

	Stickoxydul	Kohlens. Salzs.	Chloroxyd	Hydrothions.	Ammoniak	Cyan	Chlor	Schwefel
— 16° C.	.	.	20	14	.	.	.	.
— 10	.	20	.	.	.	.	.	.
— 4	.	.	25	.	.	.	.	.
0	44	36	.	.	5	.	.	.
+ 7	51	40	.	.	.	3,6	.	.
+ 8	.	.	.	17	.	.	.	.
+ 10	.	40	40	.	6,5	.	.	.
+ 15½	.	.	.	.	.	.	4	.

Also kommt die Elasticität des Stickoxydulgases bei + 7° C. einem Druck gleich, welchen 51 Atmosphären oder eine 51mal so hohe Quecksilbersäule ausüben würde; der Siedpunct der schwefeligen Säure liegt bei — 10° C.

#### 2. Der minder permanenten, in Metern und Linien der Quecksilbersäule ausgedrückt.

Wasser **)		Schwefelkohlenstoff	Weingeist **)	
0° R.	2,10 par. Lin.		32° F.	0,40 em
+ 5	3,09	+ 12° C. 0,20 Met.	40	0,56
10	4,62	Berzel. u. Marcet	50	0,86
15	6,98		60	1,23
20	10,08	22,5° C. 0,3184 Met.	70	1,76
25	14,32	Cluzel	80	2,45
30	20,35		90	3,40
35	28,59	46,6° C. 0,76 Met.	100	4,50
40	39,23	Gay - Lussac	110	6,00
45	54,07		120	8,10
50	72,80	57,6° C. 1½ Atm.	130	10,60
55	96,59		140	13,9
60	126,34	160° C. 7,7 Atm.	150	18,0
65	163,88		160	22,6
70	211,20	171° C. 8,95 Atm.	170	28,3
75	268,33	Davy u. Faraday	173	30,0
80	336,00		180	39,7
85	425,33		190	43,2
90	525,29		200	53,0
95	644,56	Blausäure	206	60,1
100	789,05		210	65,0
105	948,79	10° C. 0,38 M.	220	78,5
110	1155,9	Gay - Lussac	230	94,1
115	1358,8		240	111,2
120	1612,1		250	132,3
			260	155,2

Aether	Steinöl	Terpenthinöl
6,2 engl. Z. + 816° F. 30,0 engl. Z. + 304° F. 30 engl. Z.		
8,14	320	310
10,3	325	315
13,0	330	320
16,1	335	322
20,0	340	326
24,7	345	330
30,0	350	336
32,5	355	340
39,5	360	■ ■
47,1	365	347
56,9	370	350
67,6	372	354
80,3	375	357
92,0		360
108,3		362
124,3		
142,3		
166,0		

DALTON'S Gesetz, nach welchem die Dämpfe verschiedener in einer gleichen Zahl von Thermometergraden über oder unter ihrem Siedpunkte dieselbe Elasticität besitzen, wird zwar LAMONT, MAYER, DESPREZ, URE u. A. zufolge ihren Versuchen als unrichtig angesehen; doch ist es auffallend, daß es in Materien ziemlich zutrifft. Vom Siedpunkt der schwefelsauren bis zu der Temperatur, bei welcher ihre Elasticität dem normalen Luftdrucke gleich kommt, sind es z. B. nach obigen Zahlen 17° C; diese Differenz beträgt beim Wasser ungefähr 18° und beim Aether 20° C.; dagegen allemal beim Steinöl und Terpenthinöl, welche Flüssigkeiten als mineralisch zu betrachten seyn möchten, gegen 30°. Auch DAVY (*Chem. Phys.* 20, 175) aufsert, auf Versuche mit Schwefelkohlenstoff, Chlorphosphor und Weingeist gestützt, eine dem DALTON'S Gesetze günstige Ansicht.

Findet sich eine Materie a in einem Raume, welcher mit dem Gase einer Materie b gefüllt ist, ohne daß die Materie b im unvergasten Zustande vorhanden seyn dieses atmosphärische Luft oder ein anderes Gas, so wird in unmittelbarer Berührung, so wird entweder die

Von DAVE u. FARADAY bestimmt, indem sie untersuchten, bei welchen verstärkten außern Drucke die Gase ihre Gasform verloren.

Von KAMIZ (*Schw.* 42, 385) aus den Versuchen von ROUPPE, LAMONT und URE (*Schw.* 28, 338) berechnetes Mittel, vgl. DALTON (*Chem. Ann.* 15, 130).

Diese und die folgenden Angaben sind von URE.



Elasticität des Gases b, oder die Elasticität des aus a bei gegebenen Temperatur erzeugbaren Gases größer seyn. In beiden Fällen liefert a genau dieselbe Menge von Gas, wenn sich diese Materie im luftleeren Raume bei derselben Temperatur befände, nur mit dem Unterschiede, daß, wenn die Elasticität des aus a zu erzeugenden Gases größer ist, die Verwandlung von a in Gas wohl fast so schnell erfolgt, wie im luftleeren Raume; in andern Fälle höchst langsam, und nur auf der Oberfläche, da, wo das Gas b die Materie a berührt.

Eis verdampft an der atmosphärischen Luft weit unter 212°. Chlorkalium, Chlornatrium und Antimon verdampfen in der Rothglühhitze nicht im bedeckten Tiegel, aber beim Oeffnen desselben, sofern hierdurch Luftwechsel entsteht. Zink verdampft in Kohlenoxydgas (indem man Zinkoxyd mit Kohle glüht) bei niedriger Temperatur, als für sich; Iod, dessen Siedpunct bei 175° ist, vermischt sich mit den Wasserdämpfen bei 100° verdampfen. Beim Verdampfen verschiedener Salzlösungen in Wasser entweicht auch ein Theil der Salze, wenn dieses nicht zum Theil aus einem mechanischen Fortreißen zu erklären ist. So verdampft auch das in Weingeist vermischte Wasser in den Weingeisdämpfen. s. GAY LUSSAC.

Man sollte glauben, daß, wenn die Elasticität des Gases b größer ist, als die Elasticität des aus a zu erzeugenden Gases a, der gegebenen Temperatur, dann kein Theil von a in den Gasstand übergehen könne, weil das vorhandene Gas vermöge seiner Elasticität die Materie a hinreichend comprimirt. Auch erfolgt wirklich keine Gasbildung, wenn die Materie a vom Gase b getrennt ist. Immer muß das Gas b die Materie a unmittelbar berühren, und die Gasbildung erfolgt bloß an diesen Berührungspunkten. Diese Erscheinung wird von BERTHOLLET erklärt aus einer *mechanischen Auflösung* des Gases a im Gase b, wogegen vorzüglich zu bemerken ist, daß weder Dichtigkeit noch chemische Natur, sondern nur der Umfang des Gases b Einfluß auf die Menge des sich bildenden Gases a hat; — von DALTON durch die zwei S. 20 angegebenen Hypothesen, a. daß die eine Gasart für die andere als ein leerer Raum angesehen werden müsse, b. daß die ungleichen Gasarten der Kügelchen eine innere Bewegung und gleichförmige Vertheilung hervorbringe. Vielleicht erklärt sich diese Erscheinung am Besten aus der Annahme, daß die *Adhäsion* des bestehenden Gases b zu dem zu bildenden in jedem Falle gänzlich über den *Druck* des Gases a siegt, den es zu gleicher Zeit auf die Materie a ausüben kann.



sey, welche sie wolle, indem mit vermehrter Dichtigkeit die Adhäsion zunimmt, und daß daher der Körper a mit der eigenthümlichen Elasticität sich in eben der Menge in einem andern Gase verbreitet, wie im luftleeren Raume. vergl. S. 19 u. 20.

Erzeugt sich ein Gas a in einem bereits mit dem Gase b gefüllten, nicht nachgebenden Raume, so werden beide Gase zugleich mit der jedem von ihnen zukommenden Elasticität auf die Wandungen des Gefäßes drücken.

Ist z. B. die Elasticität des Gases b  $= x$  und die des Gases a  $= y$ , so ist die Elasticität des Gasgemenges  $= x + y$ . Geben wir nun die Wandungen des Raumes, in welchem sich das Gasgemenge erzeugt, in dem Verhältnisse nach, daß dasselbe immer unter einem Drucke  $= x$  bleibt, so wird sich das Gasgemenge (weil nach MARIOTTE die Elasticität eines Gases in umgekehrtem Verhältnisse mit seinem Umfange steht) ausdehnen zuerst in dem Verhältnisse von  $x : x + y$ . Mit dieser Ausdehnung der Gase a und b ist die Elasticität des Gasgemenges in dem Verhältnisse gemindert, daß sie nur noch  $x$  beträgt; die Elasticität des Gases b ist jetzt nur noch  $\frac{x^2}{x + y}$  und die des Gases a nur noch  $\frac{x \cdot y}{x + y}$ , denn

$\frac{x \cdot (x + y)}{x + y} = x$ . Hiermit hört die weitere Ausdehnung auf, wo-

fern von der Materie a kein unvergaster Antheil mehr vorhanden

ist. Findet sich aber noch unvergaste Materie a vor, so wird sich, da der Raum größer geworden ist, wieder eine neue Menge in Gas verwandeln, damit das Gas a wieder die Elasticität  $= y$  erlangt; da hiermit die Elasticität des Gasgemenges und also auch die Ausdehnung zunimmt, so wird die Gasbildung von a so lange gehen, bis, wie dieses DALTON gezeigt hat, der Umfang des Gasgemenges sich zum ursprünglichen Umfang des Gases b verhält wie  $x : x - y$ . Denn da in diesem Gasgemenge, nach seiner vollen Ausdehnung unter dem Druck von  $x$ , das Gas a eine Elasticität  $= y$  besitzt, so braucht die des Gases b bloß noch  $x - y$  zu betragen, um dem äußern Druck  $x$  das Gleichgewicht zu halten.

Beispiele, wobei die oben gegebene Tabelle über die Elasticität der Gase zu Hülfe genommen ist: Bringt man bei  $25^{\circ}$  C. und 336 par. Linien Barometerstand in ein Gefäß, welches 1 Maaf atmosphärische Luft, mit Quecksilber gesperrt, enthält, Wasser in einer mehr als hinreichenden Menge, so wird, wenn das Quecksilber in und außer dem Gefäße gleich hoch steht und der Luftdruck derselbe bleibt, sich das 1 Maaf Luft durch die Aufnahme von Wasserdampf ausdehnen im Verhältnisse von 336 — 398 : 336. Läßt man Weingeist in trockner Luft bei  $0^{\circ}$  C. und

30 engl. Zoll Barometerstand verdampfen, so ist die Zunahme des Umfanges  $= 30 - 0,40 : 30$ ; und bei Aether bei  $+ 1$   $30 - 6,2 : 30$ .

*b. Die Affinität der Wärme zum wägbaren Stoffe muß andere in demselben waltende Kräfte siegen.*

*α. Ueber die Cohäsion der wägbaren Stoffe.*

Da ein in den luftleeren Raum gebrachter Körper da mit einer der Temperatur entsprechenden Menge von Gas diese Menge zwar mit der Temperatur abnimmt, aber dem absoluten Nullpunct  $= 0$  sollte werden können; da erien sich wenigstens bei höherer Temperatur sichtlich in wandeln, also auch bei niedriger Temperatur im luftleeren eine wenngleich kleine Menge erzeugen sollten; da endlich die Bildung im lusterfüllten Raume in eben dem Maasse erfolgt im luftleeren, nur langsamer, — so sollte man schliessen, daß jedem auf der Oberfläche der Erde befindlichen Körper wenn gleich sehr geringer, Theil in Gas verwandeln muß wir dennoch selbst nach vielen Jahren an metallischen Gewerken u. s. w. keine Gewichtsverminderung wahrnehmen, kann weder daher rühren, weil bei einer gewissen niedrigen, von puncte sehr entfernten, Temperatur die Cohäsion des wägbaren Stoffes das Uebergewicht erhält über dessen Affinität zur Wärme oder daher, daß, nachdem sich einmal der atmosphärische Druck eine der Temperatur entsprechende Menge von Gas über die Oberfläche der Erde bildender Stoffe mitgetheilt hat, die Gase jetzt einen Druck auf die übrige Materie ausüben, welcher die weitere Vergasung unmöglich macht, indem der Temperatur selbst auf unserer Erde im Verhältniß der großen Entfernung der Stoffe von ihrem Siedpunct vielleicht zu unbedeutend ist, merkliche Niederschlagungen dieser Gase durch Erkältung der Atmosphäre und neue Gasbildungen an wärmern Stellen könnten, wenn nicht etwa manche meteorische Erscheinung dahin deuten.

Eis verdampft im luftleeren Raume noch unter  $- 40^{\circ}$ . Sauerstoff noch bei  $- 51^{\circ}$ , wobei er gefroren ist, CONFIGURATION Schwefelkohlenstoff noch bei  $- 62^{\circ}$  MARCET; die Torricellische Leere ist im Grunde ein mit Quecksilberdampf erfüllte Raume. Auch in der Luft verdampft das Eis noch weit unter  $0^{\circ}$  und das Quecksilber bei gewöhnlicher Temperatur, FARADAY (Schw. 3).

*β. Ueber die Affinität des vergasbaren Stoffes zu einem minder flüchtigen Stoff, mit dem er etwa vereinigt ist.*

Stoffe, welche für sich ein großes Bestreben haben, zu verdampfen, anzunehmen, welche man daher, wenn sie von andern v

trennt sind, zum Theil blofs in Gasgestalt kennt, lassen sie mit andern wägbaren Stoffen vereinigt sind, oft oder erst bei gewissen höhern Temperaturen in Gas, weil die Affinität des andern Stoffes über die der Wär-

stoff im Quecksilberoxyd, Braunstein und einigen andern, verwandelt sich erst in der Glühhitze in Gas; eben Kalk und viele andere Metalloxyde gebundene Kohlenstoff u. s. w. Die meisten Metalloxyde entwickeln in der Glühhitze kein Sauerstoffgas, sondern verwandeln sich zum Theil

Ganze in Gas, welches sich in der Kälte wieder zu Oxyd verdichtet. Glüht man kohlen-sauren Kalk für sich, so ist die höhere Temperatur zur Entwicklung des kohlen-sauren Gases erforderlich, als wenn man Luft oder Wasserdampf darüber leitet, ohne Zweifel weil (nach S. 125 u. 126) die Adhäsion zwischen dem Gas und dem zu bildenden dazu beiträgt, dem Druck entgegenzuwirken.

Wasser, welches für sich bei 100° siedet, zeigt einen viel niedrigeren Siedepunkt, sobald es mit Salzen, Schwefelsäure, Phosphorsäure und andern minder leicht verflüchtigen Stoffen verbunden ist. Durch Verbindung des Wassers mit Salzen, Salzbasen und flüchtigen Säuren wird der Siedepunkt desselben oft sehr erhöht.

Siedepunkt wässriger Lösungen nach FARADAY (*Ann. Chim. Phys.* 324) und GRIFFITHS (*Qu. J. of Sc.* 18, 90; auch *ibid.* 227).

Spalte A nennt die Salze; B die Menge der in 100 Theile Lösung enthaltenen trocknen Salze (ein x bedeutet, dass die Menge nicht bestimmt worden ist); C zeigt den Siedepunkt der Lösung; D nennt den Beobachter (F = FARADAY, G = GRAHAM).

	B	C	D	A	B	C	D
	31,5	100,6	C. G	Kohlens. Natron	x	104,5	G
	x	101,1	G	Salzs. Baryt	45	104,5	G
Quecksilber	35	101,1	G	Alaun	52	104,5	G
Wasserspan	16,5	101,1	G	Zinkvitriol	45	104,5	G
	9,5	101,1	G	Klees. Kali	40	104,5	G
Baryt	26,5	101,1	G	Phosphors. Natron	x	105,6	G
Kali	17,5	101,7	G	Borax	52,5	105,6	G
	41,5	101,7	G	Dopp.schwefels.Kali	x	105,6	G
Eisenoxyd.	52,5	102,3	G	Bittersalz	57,5	105,6	G
	64	102,3	G	Kochsalz	30	106,7	G
Gold	45	102,3	G	—	gesätt.	109,0	F
Kupferoxyd.Kali	40	102,8	G	Salpeters. Strontian	53	106,7	G
	x	103,3	G	Weins. Kali	68	112,2	G
Eisen	40	103,3	G	—	gesätt.	116,7	F
Natriumkali	55	103,3	G	Kleesäure	gesätt.	112,2	G
Nickeloxyd.	29	103,3	G	Schwefels.Nickeloxyd.	65	112,5	G

A	B	C	D	A	B	C
Salmiak	50	113,3 G		Essigs. Natron	60	124
—	gesätt.	114,4 F		Kohlens. Kali	gesätt.	140
Salpeter	74	114,4 G		Kali	gesätt.	156
—	gesätt.	115,6 F		Salpeters. Ammon.	gesätt.	172
Seignettesalz	90	115,6 G		Natron	gesätt.	215
Salpeters. Natron	60	119,0 G				

Die *Abdampfung*, *Evaporation*, die *Austrocknung*, *Exsiccation*, so wie manche *Calcination*, *Röstung* oder *Tostion*, in Operationen, bei welchen meistens die Abtrennung einer flüchtigen (bei der Abdampfung und Austrocknung flüssigen) Materie einer minder flüchtigen bezweckt wird. Dafs diese Operationen luftleeren Raume am schnellsten vor sich gehen, ergibt sich aus dem sogleich Folgenden.

### B. Bei der Gasbildung eintretende Erscheinungen.

#### a. Zeit, in welcher sie erfolgt.

Die Gasbildung wird um so schneller vor sich gehen, je gröfser die Affinität des wägbaren Stoffs zur Wärme, je höher die Temperatur und je geringeren Widerstand die Umgebung der Ausdehnung des Gases entgegensetzt.

Im luftleeren Raume geht die Gasbildung fast augenblicklich vor sich, die Materie sey, welche sie wolle; in einem Gas oder einem andern Gase von gewöhnlicher Elasticität erfüllten Raume wird nur dann die Gasbildung augenblicklich erfolgen, wenn die Materie bei der gegebenen Temperatur ein Gas von gleicher oder gröfserer Elasticität zu liefern vermag. Ist dagegen die Spannung desselben geringer, als der äufsere Luftdruck, und kann deshalb die Vergasung blofs erfolgen vermöge der Adhäsion der Theilchen des bestehenden Gases zu dem sich bildenden, so erfolgt, wenn sich das bestehende Gas mit dem entstehenden nur in dem Verhältnisse beladen kann, wie ein leerer Raum, die Gasbildung in dem Verhältnisse, als sich die Theilchen des bestehenden Gases auf der Oberfläche des zu vergasenden Körpers erneuen, demnach sehr langsam in der Ruhe, um so schneller, je schneller das bestehende Gas gewechselt wird.

Alle Explosionen, Detonationen, Fulminationen oder Verpuffungen beruhen auf plötzlicher Gasbildung, durch grofse Affinität zur Wärme, und durch hohe Temperatur bewirkt, wobei der Widerstand der Umgebung von der Elasticität des sich erzeugten Gases bei weitem übertroffen wird. Da der Stickstoff, wenn sich aus andern Verbindungen losreißt, und Gasgestalt annimmt, die fürchterlichsten Verpuffungen veranlafst, selbst dann, wenn keine hohe Temperatur statt findet (z. B. bei Zersetzung des Chlorstoffs).

so muß ihm eine besonders große Affinität gegen die Wärme zugeschrieben werden.

*b. Ort, wo sich das Gas entwickelt.*

Die Vergasung eines Körpers erfolgt da, wo die Bedingungen der Gasbildung vollständig erfüllt sind.

In ein Körper sehr gasfähig und enthält er eine zur Gasbildung hinreichende Wärmemenge, so verwandelt er sich sogleich in die ganze Masse in Gas, sobald dieses der äußere Druck zuläßt. Tropfbar-flüssige Kohlensäure, Hydrothionsäure oder Chlorwasser z. B. bei gewöhnlicher Temperatur beim Oeffnen des Gefäßes unter einer Art von Explosion augenblicklich in Gas.

Führt man einem minder flüchtigen Körper Wärme von außen zu, um dadurch seine Neigung zur Gasbildung zu erhöhen, so findet diese vorzüglich da statt, wo die Wärme in ihn übergeht, und diese Erwärmung nicht von oben, sondern von unten und Seiten aus statt findet, und der Körper ist tropfbar-flüssig, zertheilt sich das entstandene Gas in Gestalt von Blasen durch den übrigen flüssigen Theil, und veranlaßt so die Erscheinung des *Kochens*. Diese Gasblasen haben das Eigene, fast immer aus den Körpern auszugehen, diese mögen die Wandungen des Gefäßes bilden, oder in der tropfbaren Flüssigkeit herumschwimmen, und zwar vorzüglich gern von den Ecken dieser festen Körper (§. 50).

Bei der Gasbildung bloß auf der Oberfläche des Körpers statt, weil ihm von hier aus Wärme zugeführt wird, theils, weil die Vergasung bloß durch Vermittlung eines bereits vorhandenen Gases vor sich geht, so erkennt man dieselbe bloß durch die Abnahme des Körpers, und sie heißt jetzt *Verdunstung*.

*c. Umfangsvermehrung.*

Die Zunahme des Umfangs beim Uebergange der Körper in Gasgestalt ist nach der Natur der Materie und nach dem äußeren Drucke verschieden.

Ein Maafs Wasser von 0° liefert bei 0,76 M. Luftdruck nach LUSSAC 1700, nach DALTON 1728 Maafs Dampf von 100° ist der Würfel von 12, so daß nach DALTON'S Annahme die Moleküle des Wassers im Gaszustande 12mal so weit von einander entfernt sind, als im tropfbar-flüssigen; allein diese Ansicht kann für jeden äußern Druck gelten, was keineswegs der Fall ist. Aus folgender Tabelle schließt GAY-LUSSAC (*Ann. Chim. Phys.* 2, 130), daß die Materien bei ihrer Vergasung um so weit in den Umfang zunehmen, je stärker sie sich beim Erkalten von ihren Siedpunkten an zusammenziehen:



	1000 Maafse beim Siedp. ziehen sich beim Erkälten um 50° zusammen um Maafse :	1 Gramm liefert Li- ter Dampf bei 100°:	1 M. Flüssig- keit b. Sied- p. liefert Maaf Dampf v. 100°
Wasser	28,5	1,700	1633
Weingeist	56,0	0,661	488
Schwefelalkohol	56,3	0,402	491
Schwefeläther	72,0	0,411	286

Jedoch hängt diese verschiedene Umfangsvermehrung vom Mischungsgewicht der Materien ab, mit welchem sie in einem umgekehrten Verhältnisse steht.

#### d. *Wärmeverschluckung.*

Wie bei der Schmelzung, so geht auch bei der Gasbildung die sich mit den wägbaren Stoffen verbindende Wärme in einen für das Gefühl und Thermometer nicht bemerkbaren Zustand über. Eine und dieselbe Materie verschluckt um Gas von derselben Dichtigkeit zu bilden, gleichviel Wärme, die Gasbildung erfolge rascher im luftleeren, oder langsamer in einem mit einem andern Gase bereits erfüllten Raume; nur erreicht in letzterem Falle die Erkältung keinen hohen Grad, weil die Wärme mehr Zeit hat, von aussen hinzuströmen, im Verhältniss, als sie latent wird, und was das bereits vorhandene fremde Gas einen Theil seiner fremden Wärme abgibt, was beim leeren Raume hinwegfällt.

Mit Schwefelkohlenstoff befeuchtete Baumwolle, ein Thermometer umgebend, macht dasselbe im luftleeren Raume von + auf — 63° fallen. MARCET. 20 Gramm Quecksilber, mit eben viel tropfbarer schwelliger Säure auf einem Uhrglase unter der Glocke einer Luftpumpe befindlich, gefrieren in 5 Minuten. Bei der Gasbildung im luftleeren Raume dadurch immer wieder von neuem veranlaßt, dals man in denselben einen Stoff bringt, welcher vermöge seiner Affinität zu dem vergasten Körper mit demselben eine nicht gasförmige Verbindung eingeht, so lassen sich auch durch minder flüchtige Stoffe hohe Kältegrade zuwege bringen. Eine Schale Wasser, nebst einer Schale Vitriolöl im luftleeren Raume befindlich, kommt zum Gefrieren, weil zur Bildung des Wasserdampfes die Flüssigkeitswärme des übrigbleibenden tropfbarflüssigen Wassers verbraucht wird; gleich dem Vitriolöl wirkt das getrocknete Pulver von Trapp-Porphyr, oder von Hafergrütze. LIEBIG. CONFIOLIACHI erregte bei einer Temperatur von + mit Wasser und Vitriolöl eine Kälte von — 41,25°, mit Schwefeläther und Vitriolöl sank das Thermometer auf — 51, mit Alkoh-



mit Vitriolöl auf — 37,5, mit Salpeterminphtha und Vitriolöl auf 31,25, mit Salznaphtha und Vitriolöl auf — 30°. WOLLASTON'S Pyrophor (*Thoms. Ann.* 2, 130, auch *Gilb.* 52, 274) besteht aus mittelst einer Röhre verbundenen luftleeren, wenig Wasser haltenden Glaskugeln. Bringt man die leere in eine Kältemischung, durch welche der darin enthaltene Wasserdampf zu Eis niedergeschlagen wird, so friert das Wasser in der andern durch die dort rasch erfolgende Dampfbildung.

Ist ein Körper an der Luft bis zu seinem Siedpuncte erhitzt, so läßt sich ihm durch weitere Hinzufügung von Wärme keine höhere Temperatur ertheilen, da alle ferner in ihn überströmende Wärme sich sogleich mit dem Körper zu Gas vereinigt und damit latent wird. Der sich vergasende Körper bleibt daher immer auf derselben Temperatur des Siedpunctes, und auch das gebildete Gas besitzt dieselbe Temperatur, wenn ihm nicht hinterher noch neue Wärme zugeführt wird.

Geringe Veränderungen der Temperatur eines bis zum Sieden erhitzten Körpers, bei gleichem Luftdruck, werden durch Folgendes bewirkt.

1. Wird einem in einem hohen Gefäße befindlichen tropfbarflüssigen Körper, z. B. Wasser, die Wärme von unten zugeführt, so muß die Hitze in diesem untern Theile höher steigen, wenn sich Gasblasen entwickeln sollen, weil deren Elasticität nicht bloß dem Luftdruck, sondern zugleich dem Druck der darüber befindlichen Wassersäule das Gleichgewicht halten muß.

2. Da die Gasbildung in tropfbaren Flüssigkeiten vorzüglich in den Ecken fester Körper erfolgt (*S.* 50 u. 131), so sammelt sich, wenn keine Ecken gegeben sind, die Wärme in denselben erst in etwas größerer Menge an, bevor sich Gasblasen bilden; dagegen zeigt sich der Siedpunct derselben, namentlich des Wassers, in dem Falle um einige Zehntelgrade, höchstens um  $1\frac{1}{2}$  niedriger, und das Sieden erfolgt gleichförmiger, minder stoßweise, wenn die Oberfläche des Gefäßes ungleich ist, oder wenn man verschiedene pulverige oder eckige Körper hineinbringt, oder wenn die Flüssigkeit geschüttelt wird. ACHARD (*Schw.* 27, 27), MUNCKE (*Gilb.* 57, 115), GAY-LUSSAC (*Ann. Chim. Phys.* 7, 307). Aether von 0,755 spec. Gew., der in einem Glaskolben bei 41° C. kochte, kochte in einer unten verschlossenen Glasröhre, (worin weniger Erschütterung statt finden konnte) erst bei 66°, selbst oft erst bei 79°; Metallfeile, Metalldrath, Glassplitter, Glasstaub veranlaßten das Sieden schon bei 51°; hatte es hier aufgehört, so trat es wieder beim Hineinbringen von Sägespänen oder Holzsplittern ein (die jedoch zugleich durch die aus ihren Poren sich entwickelnde Luft wirken mußten, Gm.). Ähnlich verhielten sich Weingeist und Wasser. BOSTOCK (*Phil. Ann.* 9, 196). Hieraus erklärt sich eine ältere, nicht allgemein richtige Erfahrung GAY-LUSSAC'S (*Ann.*

*Chim.* 82, 174), nach welcher das Wasser in metallenen Gefäßen bei einer um  $1,3^{\circ}$  niedrigeren Temperatur sieden soll, als in gläsernen. — Marienbad, Wasserbad, Balneum Maris, s. Mariae.

Ist ein flüchtigerer Körper an einem minder flüchtigen gebunden und dadurch der Siedpunkt des ersteren erhöht, so hat das entstehende Gas ebenfalls diese höhere Temperatur, z. B. der aus Salzaufösungen sich beim Erhitzen entwickelnde Wasserdampf. GAY-LUSSAC. (FARADAY hatte behauptet, der Wasserdampf besitze auch in diesem Falle bloß die Temperatur von  $100^{\circ}$  C., *Ann. Chim. Phys.* 20, 325). Ohne Zweifel ist der hierbei erzeugte Dampf kein gesättigter.

Wird ein vergasbarer Körper in einem engen, von festen Wänden umschlossenen Raume, derselbe sey luftleer oder lufthalt, einer immer höhern Temperatur ausgesetzt, so wird das sich aus ihm erzeugende Gas eine immer stärkere Elasticität erhalten und dadurch den Siedpunkt des Körpers immer mehr erhöhen, so daß sich hierdurch demselben eine Temperatur ertheilen läßt, bei der er unter gewöhnlichem Luftdrucke sich augenblicklich in Dampf verwandeln würde. *Papinischer Topf*.

Bei der Vergasung eines Körpers in einem bereits mit einem andern Gase erfüllten Raume und bei einer Temperatur, bei welcher die Spannung des zu erzeugenden Gases geringer ist, als die des vorhandenen, ist die Erkältung um so stärker, je größere Neigung die Materie zur Gasbildung hat, je verdünnter das schon vorhandene Gas ist, je weniger es von dem zu erzeugenden Gase enthält (wenn es bereits damit gesättigt ist, so kann keine weitere Gasbildung und keine Erkältung eintreten), und je mehr es sich in Bewegung befindet.

Bei der Gasbildung in der atmosphärischen Luft unter dem Siedpunkte tritt das Maximum der Erkältung ein, sobald die durch Gasbildung latent werdende Wärme derjenigen gleich ist, welche die Luft abtritt, um sich mit dem entstandenen Gase ins Gleichgewicht der Temperatur und Spannung zu setzen, + derjenigen Wärme, welche von aussen zuströmt (die aber bei einer Differenz von wenigen Graden übersehen werden kann). GAY-LUSSAC'S Formel zur Berechnung der hierbei hervorzubringenden niedrigsten Temperatur (*Ann. Chim. Phys.* 21, 82). Leitet man durch Chlorcalcium getrocknete Luft bei 0,76 M. Luftdruck an eine mit Battist umgebene Thermometerkugel, und befeuchtet den Battist mit Wasser, so erfolgt eine Erkältung um folgende Zahl von Graden:

Erkältung um	bei	Erkältung um	bei	Erkältung um
5,82°	9°	6,61°	18°	11,96
6,09	10	8,97	19	12,34
6,37	11	9,37	20	12,73
6,66	12	9,70	21	13,12
6,96	13	10,07	22	13,51
7,27	14	10,44	23	13,90
7,59	15	10,82	24	14,30
7,92	16	11,20	25	14,70
8,26	17	11,58		

hängt der äußere Druck, unter welchem sich die Luft befindet, nur 0,65 Meter, so beträgt bei 12,5° die Erkältung 10,5° bei 0,5 M. Luftdruck beträgt sie 12°. Trockene atmosphärische Luft würde nach obiger Tabelle schon bei + 8° Gefrieren hervorzubringen; da aber die gemeine Luft schon viel Wasserdampf enthält, so bewirkt sie das Gefrieren des Wassers erst bei + 3°, und nur auf hohen Bergen, wo sie sehr dünn und verdünnter ist, auch bei höhern Temperaturgraden. — Ein feuchter Finger, der Luft dargeboten, wird am kältesten, von welcher her der Wind kömmt. — Ein poröser Wasserkrug, an dem das durch die Poren des Kruges Wasser außen verdunstet, und dadurch das übrige Wasser abgekühlt. — Eisbildung in Indien (*Crell chem. J.* 1, 197; nach WELLS, *Schw.* 33, 187, weniger aus der Kälte durch Verdampfen, als vielmehr aus der Ausstrahlung in den sehr kalten Weltraum zu erklären ist).

Ein Thermometer, in einer dünnen Glaskugel befindlich, mit Baumwolle umwickelt, welche man mit Aether befeuchtet, und auf die man einen kalten Gegenstand richtet, gefriert in einigen Minuten. Umgiebt man die Kugel des Quecksilber-Thermometers mit Baumwolle, befeuchtet sie mit tropfbarer schwefliger Säure und bewegt sie an der Luft, so sinkt das Quecksilber allmählig bis zu — 36°, dann plötzlich in Eis, und ist hiermit gefroren. BUSBY.

### C. Eigenschaften der Gase.

Gase sind von allen wägbaren Stoffen die feinsten, und gehen durch Oeffnungen, welche tropfbarflüssige und feste Körper nicht hindurchlassen.

Noch scheint in dieser Hinsicht unter den Gasen selbst eine Besonderheit obzuwalten, da nach DÖBEREINER's Erfahrung (entdeckte höchst merkwürdige Eigenschaften des Platins *Ann.* 1825. S. 15) das Wasserstoffgas durch Sprünge in Gläser, welche andere Gasarten nicht durchlassen, eine Erscheinung zeigt, die vielleicht von der Kleinheit der Wasserstoffatome (welche

bei der Anziehung von der Glasspalte ihre Wärmesphären verlieren möchten) abzuleiten ist.

Die Gase sind die specifisch-leichtesten wägbaren Stoffe — Sie besitzen von allen wägbaren Stoffen die größte Elasticität, und ihr Umfang steht immer genau im umgekehrten Verhältnisse mit dem äußern Drucke.

*Tabelle über das specifische Gewicht der Gase.*

	B e r e c h n u n g			V e r s u c h			
	Wasser- stoff G. = 1 = 1	Luft v. 1 Liter b. 0° u. 0,76 M. Luftdr.	Gewicht v. 1 Liter b. 0° u. 0,76 M. Luftdr.	Luft = 1			Gewicht v. 1 Liter b. 0° u. 0,76 M. Luftdr.
Gemeine Luft		1,0000		1,0000		1,2991 Gramm	
Sauerstoff	16	1,10926	1,7110 Gramm.	1,087 FVS 1,103 K	1,088 AP 1,1036 BA 1,10562 S	1,1026 BD 1,4325 1,4337	
Wasserstoff	1	0,06933	0,0901	0,0688 BD 0,0769 L	0,06933 To 0,092 Ca	0,0732 BA 0,0894 0,0951	
Wasser	9	0,6239	0,8105	0,6235 G	0,625 De	0,6896 Tr 0,81 G 0,812 B	
Kohlenstoff	6?	0,4160	0,5404?				
Kohlenoxyd	14	0,9706	1,2609	0,94 Da 0,9698 To	0,9409 CD 1,518 S	0,9569 Cr 1,14 CD 1,2431	
Kohlensäure	22	1,5252	1,9814	1,4903 L 1,524 AP	1,518 S 1,5245 BD 1,5296 S	1,5196 BA 1,9741 1,9805	
Oelbildendes Gas	14	0,9706	1,2609	0,909 Dm 0,9852 S	0,967 H	0,9709 To	
Kohlenwasserstoffgas	8	0,5546	0,7205	0,491 HD 0,556 H <sup>2</sup>	0,5554 To 0,6 Da 0,6 bis 0,78 H	0,5576 To <sup>2</sup> 0,721	
Phosphorwasserstoffgas im Maximum				0,435 D	0,90325 To <sup>2</sup>	1,1 Da	
Phosphorwasserstoffgas im Minimum				0,870	ungefähr H D		
Schwefel	16?	1,10926?	1,4410?				
Schweflige Säure	32	2,2185	2,8820	1,208 HD 2,247 Bz	2,22216 To 2,2553 GT	2,234 Te 2,265 K	
Hydrothionsäure	17	1,1786	1,5311	1,106 K 1,1967 HD	1,17906 To 1,236 Te	1,1912 GT 1,5475	
Schwefelkohlenstoff	38	2,6345	3,4225	2,6447 G		3,4357 3,4358	
Iod	125?	8,6661?	11,2581?				
Hydriodsaure	63	4,3677	5,6741	4,37566 To	4,44283 G		
Chlor	35,4	2,4543	3,1884	2,34 De 2,47 GT	2,395 HD 2,5 To <sup>2</sup>	2,424 G 2,713 To	

Berechnung			Versuch		
Wasser- off.G. 1 =	Luft = 1	Gewicht v. 1 Liter b. 0° u. 0,76 M. Luftdr.	Luft = 1		Gewicht v. 1 Liter b. 0° u. 0,76 M. Luftdr.
43,4?	3,0089?	3,9088	2,409 HD	2,4015 To	
59,4?	4,1182?	5,3400?			
18,2	1,2618	1,6392	1,23 Da	1,2474 BA	1,278 BG
			1,284366 To	1,43 Br	1,93 K
49,4	3,4249	4,4493	3,4604 To	3,6808 JD	
49,4	3,4249	4,4493	3,4434 G		4,4733 G
			2,3694 To	2,3709 JD	
14	0,9706	1,2609	0,9426 L	0,967 HD	0,96913 BA
			0,9729 To	0,9757 BD	0,985 K
22	1,5252	1,9814	1,36293 Bt	1,5204 Co	1,5269 To
			1,614 HD, Da		
15	1,0399	1,3509	1,0388 Be	1,04096 To	1,3495 Be
			1,094 HD	1,1887 K	
8,5	0,5893	0,7655	0,5931 To	0,59669 BA	0,6 K
26	1,8025	2,3416	1,80395 To	1,8064 G	2,3467 G
13,5	0,9359	1,2158	0,9476 G		1,231 G
52	3,6050	4,6832	3,5735 JD	4,17 Da	4,6423 JD
			0,5293 Tm	0,5552 HD	
23	1,5946	2,0715	1,6133 G	2,1 Da	2,0958 G
77,5?	5,3730?	6,9801?	5,4749 G		7,1124 G
32,7	2,2671	2,9452	2,219 Te		2,8827 Te
37	2,5652	3,3324	2,25 Da	2,586 G	3,3527 De
			2,5861 De	3,1 Da <sup>2</sup>	
101			5,013 G		6,5124 G

## Bemerkungen zu der vorhergehenden Tabelle.

Berechnung der 3 ersten Spalten lagen folgende Annahmen zu Grunde: 1) dass das Mischungsgewicht der einfachen Stoffe angegeben ist, und dass also, wenn 1 Maafs Sauerstoff wiegt; 1 Maafs Stickgas 14 und 1 Maafs kohlen-saures wiegt. 2) Dass die Luft ein Gemenge ist von 21 Maassen Sauerstoffgas, 78,95 Stickgas und 0,05 kohlen-saurem Gas. Bedeutet  $x$  spec. Gewicht des Sauerstoffgases,  $y$  das des Stickgases und  $z$  des kohlen-sauren Gases (das der Luft = 1 gesetzt), so ist  $x + 0,7895 y + 0,005 z = 1$ ; ferner  $7 x = 8 y$ ;  $y = 8 z$ . Hieraus findet sich das spec. Gewicht des Sauerstoffgases = 1,10926, das des Stickgases = 0,9706 und das des kohlen-sauren Gases = 1,5252, und von einer dieser 3 Gröfsen sind die specifischen Gewichte der übrigen Materien gefunden worden, und ob sie im gasförmigen Zustande sind.

migen Zustände eine 1-, 2- oder 4-fache Ausdehnung haben, rechnet worden. Das spec. Gewicht des Kohlenstoff-, Schwefel- und Ioddampfes ist nie durch einen directen Versuch bestimmt worden; es wird bloß als wahrscheinlich angenommen, daß 1 Maass kohlen-saures oder Kohlenoxydgas 1 Maass Kohlenstoffdampf enthält eben so, daß in 1 Maass schweflig- oder hydrothionsaurem 1 Maass Schwefeldampf enthalten ist, und in 1 Maass hydriodrem Gas  $\frac{1}{2}$  Maass Ioddampf. Hiernach ist das Gewicht der Dämpfe bloß hypothetisch berechnet, daher das Fragezeichen. Die stöchiometrische Zusammensetzung des Chloroxyduls, des Chlorsoxyds und der Hydriodnaphtha noch nicht bestimmt bekannt, und sich doch hierauf die Berechnung gründen muß, so sind auch die bei diesen Substanzen durch Rechnung gefundenen Zahlen mit einem ? versehen worden.

1 Liter Wasser wiegt bei  $+4^{\circ}$  (dem Punkte seiner größten Dichtigkeit) 1000 Gramme; 1 Liter atmosphärische Luft wiegt bei  $0^{\circ}$  und 0,76 M. Luftdruck unter dem 45 Breitengrade nach LAPLACE u. ARAGO 1,2991 Gramme; dieses macht bei  $4^{\circ}$ , weil hier die Luft um  $\frac{1}{266,66}$  ausgedehnter ist, 1,28 Gramme. Um das Gewicht von 1 Liter der übrigen Gase bei  $0^{\circ}$  und 0,76 Meter Luftdruck zu finden, multiplicirt man 1,2991 Gr. mit dem spec. Gewicht dieser Gase (das der Luft = 1 gesetzt); hiermit erhält man ein ziemlich richtiges das Gewichtsverhältniß des Wassers zum Gas, wenn 1 Liter Wasser 1000 Gramme wiegt, nur daß hier das Gas zu  $0^{\circ}$  und das Wasser zu  $+4^{\circ}$  genommen ist. Will man das Verhältniß zwischen spec. Gewicht des Wassers und des Gases bei derselben Temperatur, nämlich bei  $+4^{\circ}$  haben, so setzt man das spec. Gewicht des Wassers zu 1000 und multiplicirt das spec. Gewicht, des Gases (das der Luft = 1 gesetzt) mit 1,28.

Auf dieser Tabelle bedeutet AP: ALLEN u. PEPPYS; — BÉRARD; — Br: BRISSON; — Bt: BERTHOLLET; — Bz: BERZELIUS; — BA: BIOT u. ARAGO; — BD: BERZELIUS u. DELONG; — BG: BIOT u. GAY-LUSSAC; — Ca: CAVENDISH; — Co: COLIN; — Cr: CROIKSHANKS; — CD: CLEMENT u. DORMES; — Da: DALTON; — De: DESPRETS; — Dm: DEIMING; — FVS: FOURCROY, VAUQUELIN u. SEGUIN; — G: GAY-LUSSAC; — GT: GAY-LUSSAC u. THÉNARD; — H: HENRI; — HD: HUMPHRY DAVY; — JD: JOHN DAVY; — K: KIRKPATRICK; — L: LAVOISIER; — S: SAUSSURE; — Te: THÉNARD; — Tm: TROMMSDORF; — To: THOMSON; — Tr: TRAUBE. Hat derselbe Beobachter 2 Bestimmungen bei demselben Gas gegeben, so ist die spätere mit einer 2 bezeichnet worden.



Alle Gase sind durchsichtig; sie sind mit wenigen Ausnahmen farblos.

Das Gas des Chlors, Chloroxyduls, Chloroxyds und Schwefels ab, das des Iods violett, das des Indigs purpurroth.

Die lichtbrechende Kraft der Gase ist im Ganzen um so starker, je dichter und brennbarer sie sind.

*lichtbrechende Kraft der Gase nach Dulong (Bull. Philom. 1825, 132).*

Spalte A nennt die Gase; B giebt ihre brechende Kraft an, der Luft = 1 gesetzt, durch den Versuch gefunden; C enthält die aus der brechenden Kraft der gasigen Bestandtheile berechnete brechende Kraft der gasigen Verbindungen, wenn man annehmen wollte, daß die Bestandtheile in den chemischen Verbindungen keine Aenderung in der brechenden Kraft erleiden; D giebt die Dichtigkeit der Gase an, die der Luft = 1 gesetzt; hierauf habe ich auf Spalte E gefügt den durch Division der brechenden Kraft mit der Dichtigkeit erhaltenen Quotienten.

A	B	C	D	E
Luft . . . . .	1 . . . . .	. . . . .	1	
Sauerstoffgas . . . . .	0,924 . . . . .	. . . . .	1,1026	0,83
Wasserstoffgas . . . . .	0,470 . . . . .	. . . . .	0,0685	6,89
Wasserdampf . . . . .	1 . . . . .	0,933	0,625	1,60
Kohlensäuregas . . . . .	1,157 . . . . .	. . . . .	0,972	1,19
Kohlensaures Gas . . . . .	1,526 . . . . .	1,619	1,524	1,00
Oelbildendes Gas . . . . .	2,302 . . . . .	. . . . .	0,980	2,35
Kohlensäurewasserstoffgas . . . . .	1,504 . . . . .	. . . . .	0,559	2,69
Schwefelwasserstoffgas . . . . .	2,260 . . . . .	. . . . .	2,247	1,01
Hydrothionwasserstoffgas . . . . .	2,187 . . . . .	. . . . .	1,178	1,85
Schwefelkohlenstoffdampf . . . . .	5,179 . . . . .	. . . . .	2,644	1,96
Chlorgas . . . . .	2,623 . . . . .	. . . . .	2,470	1,07
Salzsaures Gas . . . . .	1,527 . . . . .	1,547	1,254	1,22
Phosphorigas . . . . .	3,936 . . . . .	3,784	3,442	1,14
Stickgas . . . . .	1,020 . . . . .	. . . . .	0,976	1,04
Stickoxydulgaz . . . . .	1,710 . . . . .	1,482	1,527	1,12
Stickoxydgaz . . . . .	1,030 . . . . .	0,972	1,039	0,99
Ammoniakgas . . . . .	1,309 . . . . .	1,216	0,591	2,22
Cyankas . . . . .	2,832 . . . . .	. . . . .	1,818	1,55
Blausäuredampf . . . . .	1,531 . . . . .	1,651	0,944	1,62
Wasserdampf . . . . .	2,22 . . . . .	. . . . .	1,6133	1,37
Schwefelsäuredampf . . . . .	5,280 . . . . .	. . . . .	2,580	2,05
Salzsäuredampf . . . . .	3,720 . . . . .	3,829	2,234	1,67

Steht die brechende Kraft der Körper in einem geraden Verhältnisse zu ihrer Dichtigkeit und Brennbarkeit, (worunter Affinität Sauerstoff oder elektropositive Natur überhaupt zu verstehen mächte), so ist vielleicht die brechende Kraft = dem Product der Dichte in die Brennbarkeit, und es muß sich dann letzteren lassen durch Division der brechenden Kraft mit der

Dichte. Auf Spalte E zeigt sich in der That der Wasserstoff als der elektropositivste, der Sauerstoff als der elektronegativste Körper, auch die übrigen Quotienten entsprechen dem bisher bekannten. Es erscheint das Stickoxydul elektropositiver, als der Stickstoff, nicht statt haben dürfte. Aus der Spalte C ergibt sich nach LONG, daß die lichtbrechende Kraft einer Verbindung größer als die Berechnung giebt, wenn die Verbindung neutraler alkalischer Natur ist, und geringer, wenn die Verbindung Säure ist, ein Umstand, der ebenfalls eine elektrochemische Lösung andeutet.

#### D. Zusammensetzung der Gase.

Sie bestehen nach Obigem aus einem wägbaren Stoffe, der die wägbare Grundlage oder ponderablen Basis und aus einer wägbaren Menge. Die Menge der letzteren ist sehr verschieden, so je nach der Natur des wägbaren Stoffes, als auch nach dem Zustande, in welchem sich ein und dasselbe Gas befindet.

##### a. Je nach der Natur des wägbaren Stoffes.

Die in den permanenten Gasen enthaltene Flüssigkeitswärme läßt sich nur ungefähr aus der Wärmeentwicklung bestimmen, welche bei der chemischen Verbindung ihrer wägbaren Grundlage mit andern Stoffen zu nicht gasförmigen Gemischen eintritt, wiewohl jedoch zum Theil anderen Ursachen zuzuschreiben ist. Da bei der Absorption saurer Gasarten und des Ammoniaks durch Wasser wenig Wärme frei wird, so scheinen sie weniger Flüssigkeitswärme zu enthalten, als Wasserdampf und einige andere Dämpfe. In den weniger permanenten Gasen findet man die Wärmemenge, indem man ein bekanntes Gewicht derselben (durch Sieden der gasförmigen Materien in einer Retorte entwickelt) in eine Schlangenvorrichtung oder in einen Behälter leitet, welche mit einer bestimmten Menge von Wasser umgeben sind, oder unmittelbar in Wasser, und durch die Verdichtung des Gases bewirkte Temperaturzunahme des Wassers bestimmt. Diese Temperaturzunahme (in Graden ausgedrückt), multiplicirt mit der Wassermasse des Behälters, ist die Flüssigkeitswärme, welche durch Verdichtung des Gases wurde, + der Temperaturabnahme, die die verdichtete Masse von ihrem Siedpunct an bis zu der Temperatur, die die Wassermasse am Ende des Versuchs zeigte, erfuhr.

##### Tabelle über die in den Gasen enthaltene Flüssigkeitswärme

Die Spalte A enthält den Namen der Materie; B ihr spezifisches Gewicht im unvergasten Zustande; C die Zahl von Graden CELSIUS, über 0°, welche die bei ihrem Siedpunct vergastete Materie zeigen würde, wenn nicht ein Theil der Wärme als Flüssigkeitswärme

latent geworden wäre; zieht man hiervon diejenige, welche zur Erhitzung der Materie von  $0^\circ$  bis zu ihrem Siedpuncte erforderlich ist, so bleibt die auf Spalte D angegebene Flüssigkeitswärme des Gases beim Siedpuncte. E giebt von Graden an, um welche die Temperatur von Wasser sich diejenige Wärme erhitzen würde, die ein gleich viel vergaste Materie bei ihrem Siedpunct abträte, wenn gasförmigen Zustand verlöre und bis auf  $0^\circ$  abgekühlt bezeichnet dieselbe Wärme nach Abzug derjenigen, die es kostete, um die Materie von  $0^\circ$  bis an ihren Siedpunct zu erhitzen, und welche man findet durch Multiplication ihrer specifischen Wärme mit der Gradezahl, bei welcher ihr Siedpunct statt findet. Spalte F eignet sich daher zur Vergleichung der Wärmen verschiedener vergaster Materien. Dividirt man die in Spalte E und F befindlichen Zahlen mit der specifischen Wärme der betreffenden Materien, so erhält man die in Spalte G befindlichen Zahlen; man würde letztere direct durch den Siedpunct erhalten, wenn man das Gas der verschiedenen Materien in Wasser verdichtete, sondern jedesmal durch dieselbe Methode, welche verdichtet werden soll, z. B. Weingeist durch kalten Weingeist u. s. w. Die Spalte G nennt die

	B	C	D	E	F	G
Wasser	1,000	670 <sup>o</sup>	570 <sup>o</sup>	670 <sup>o</sup>	570 <sup>o</sup>	Rumford
Alkohol		650	550	650	550	Clem. Desormes
Äther		637	537	637	537	Ure
Essig		631	531	631	531	Despretz
Essigäther		624	524	624	524	Watt
Essigsäure	1,007				485	Ure
Essigessenz	0,978				465	Ure
Essigöl	1,494				295,5	Ure
Essigwasser	0,793	410,7	331,9	255,5	207,7	Despretz
Essigessenzwasser	0,815				240	Gay-Lussac
Essigessenzöl	0,825				241,5	Ure
Essigessenzessenz	0,715	210	174,5	109,3	90,8	Despretz
Essigessenzessenzöl	unbestimmt				168	Ure
Essigessenzessenzessenz	0,872	323	166,2	149,2	76,8	Despretz
Essigessenzessenzessenzöl	unbestimmt				98,8	Ure
Essigessenzessenzessenzessenz	unbestimmt				124	Gay-Lussac
Essigessenzessenzessenzessenzöl	unbestimmt				98,8	Ure
Essigessenzessenzessenzessenzessenz					80	Despretz

Wasserdampf hat (das spec. Gewicht der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt) bei  $0^\circ$  ein spec. Gewicht von 0,6235, der Aetherdampf von 1,613, der Aetherdampf von 2,586 und der Kohlendampf von 5,010. Die zur Gasbildung nöthigen Wärmen scheinen demnach in einem verkehrten Verhältnisse zu der Dichtigkeit des sich bildenden Gases (und also auch zu dem Mischungsgewichte der Materien), so daß

ein Stoff um so mehr Wärme verschluckt, je ausgedehnter das bildende Gas ist. Doch entspricht dieses Gesetz noch nicht genug dem Resultate der Versuche, um als richtig angenommen werden zu dürfen. vgl. TH. SAUSSURE (*N. Gehl.* 4, 97; *Gilb.* 29, 126); URE (*Schw.* 28, 360); DESPRETS (*Ann. Chim. Phys.* 24, 323).

b. *Je nach dem Zustande, in welchem sich ein und dasselbe Gas befindet.*

Bei gleichem Gewicht einer und derselben Materie enthält das Gas immer im Ganzen dieselbe Wärmemenge, bald es ein gesättigtes ist, seine Temperatur und Elasticität sey, welche sie wolle. Wird jedoch dem gesättigten Gas während keine unvergaste Materie mehr vorhanden ist, so mehr Wärme zugefügt, so enthält es außerdem noch diesen Wärmeüberschuss.

Nach CLEMENT u. DESORMES (*Thénard traité de chim.* 4. 1, 81) bildet 1  $\mathcal{R}$  gesättigter Wasserdampf, seine Temperatur sey, welche sie wolle, mit  $5\frac{1}{2}$   $\mathcal{R}$  Wasser auf  $0^\circ$ ,  $6\frac{1}{2}$   $\mathcal{R}$  Wasser auf  $100^\circ$ , d. h. der Dampf tritt  $550^\circ$  Wärme ab, um Wasser von  $100^\circ$  zu werden. Dieses Resultat erhielten sie mit Wasserdampf von  $100^\circ$  C. und einer Spannung = 1 Luftsäule mit Wasserdampf von  $152^\circ$  C. und einer Spannung = 4 Luftsäulen, und mit Wasserdampf von sehr verschiedenen Temperaturen und Elasticitäten\*); auch der in der Luft bei gewöhnlicher Temperatur enthaltene Wasserdampf enthält  $650^\circ$  Wärme, von  $0^\circ$  oder  $550^\circ$ , von  $100^\circ$  an gerechnet. Die Temperatur und Elasticität des Wasserdampfs stehen in einem umgekehrten Verhältnisse zu seinem Umfang. In einem Gefässe, dessen Wandungen weder Wärme zu-, noch abzuleiten vermöchten, würde man gesättigten Wasserdampf von  $100^\circ$  durch Erweiterung des Raumes in kalten Wasserdampf von geringer Spannung, und umgekehrt durch Verengern des Raumes in sehr heißen Dampf von grosser Spannung verwandeln können, ohne dafs sich in letzterem Falle Wasser verdichtet (wofern nicht der Raum zu klein für das Bestehen des Gases wäre).

Ein gesättigter Dampf enthält demnach zwar gleich viel Wärme, seine Temperatur und Elasticität sey, welche sie wolle, von dieser Wärme ist um so weniger in latentem Zustande vorhanden, je elastischer und heißer der Dampf. Setzt man die latente Wärme in Wasserdampf von  $100^\circ$  C. =  $550^\circ$  C., und die freie Wärme =  $100^\circ$ , so ist

---

\*) Zu demselben Resultate war schon früher SHARPE gelangt (*Mem. Mem.* 1813, daraus in *Phil. Ann.* 3, 302).

Dampf von	freie Wärme	gebundene Wärme	zusammen
0°	0°	650°	650
50	50	600	
100	100	550	
150	150	500	
200	200	450	
250	250	400	n. s. w.

650° würde gar keine latente Wärme mehr statt finden, diese Temperatur entspricht wahrscheinlich einem solchen Drucke, bei welchem die Ausdehnung des Wassers zu gering ist, und von wo an alle Wärme im freien Zustande Wasser angehäuft bleibt. Wasserdampf unter 0° würde noch Grade latente Wärme mehr enthalten, als sich seine Temperatur unter 0° befindet; z. B. Dampf bei  $-20^{\circ}$  C. würde noch Grade latente Wärme enthalten.

### K. Zersetzungen der Gase.

#### a. Verdichtung durch äussern Druck und Erkältung.

Nach Obigem jedes Gas einen grössern Raum einnehmen, als die tropfbar-flüssige oder feste Materie, aus welcher es entstanden ist, so muß jedes Gas, wenn man den Raum, in welchem es enthalten ist, immer mehr verengert, die Gasform verlieren und dabei die Flüssigkeitswärme frei werden lassen.

Wenn man die Wandungen des Gefäßes von aussen genau in dem Verhältnisse erhitzen, als das Gas beim Zusammenpressen wird, oder, was dasselbe ist, könnte man die Zusammenpressung in einem für Wärme undurchdringlichen Gefasse vornehmen, so würde die Verdichtung erst bei einem bedeutenden äussern Drucke erfolgen, durch welchen eine die Gasform nicht mehr erhaltende Einengung hervorgebracht wird. Da aber im gewöhnlichen Falle die Wandungen des Gefäßes ihre vorige Temperatur behalten, und daher dem Gase, dessen Temperatur durch die Zusammenpressung erhöht wird, den Ueberschuss der Wärme entziehen, so erfolgt die Verdichtung der Gase schon durch einen viel geringern Druck, und zwar durch um einen so geringern, je kälter das Gefäß ist. Die durch die Gefäßwandungen abgekühlten, und mit minder elastisch gewordenen Gastheilchen werden durch den äussern Druck zusammengedrückt, und je nach der Einengung des Gases bleibt entweder gar kein Gas übrig, oder eine gewisse Menge, die der Temperatur entsprechenden Dichtigkeit und Elasticität besitzt. (121.)



Da, wie es scheint, wenn kein äußerer Druck oder vielleicht in einigen Fällen Cohäsion ein Hinderniß in den Weg legt, die Materien bei der niedrigsten bekannten Temperatur mit Wärme zu Gas verbinden (S. 128), so ist man wahrscheinlich nicht im Stande, durch bloße Erkältung ein Gas zu verdichten. Die meisten Verdichtungen der Gase erfolgen demzufolge durch die vereinte Wirkung des äußern Drucks und der Erkältung.

Je geringer die Affinität des wägbaren Stoffs zur Wärme, oder mit andern Worten, je geringer die Elasticität seines Gases bei derselben Temperatur, desto geringerer äußerer Druck und Erkältung ist zur Aufhebung der Gasgestalt erforderlich. So wird Wasserdampf bei  $100^{\circ}$  C., wo seine Elasticität  $= 0,76$  Meter Quecksilbersäule ist, durch einen Druck, der etwas mehr als  $0,76$  M. beträgt, und bei  $0^{\circ}$ , wo seine Elasticität nur  $= 0,00476$  M. beträgt, durch einen diese Kraft um ein Geringes überwiegenden Druck verdichtet werden.

Bis jetzt ist es nicht gelungen, die Gasgestalt aller wägbaren Stoffe durch Druck aufzuheben. FARADAY (*Phil Transact.* 1818, 160 u. 189, auch *Schw.* 38, 116, *Kastn. Arch.* 1, 97) hat jedoch neuerdings mehrere sehr elastische Gase in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt, und zwar meistens auf folgende Weise. Er brachte in den kürzern und verschlossenen Schenkel einer starken unter einem Winkel gebogenen Glasröhre die zur Entwicklung eines Gases erforderlichen Ingredienzien (bei Kohlensäure: Vitriolöl, darüber was zusammengewickelte Platinfolie, darüber festes kohlensaures Ammoniak; bei schwefliger Säure: Vitriolöl und Quecksilber; bei Hydrothionsäure: concentrirte Salzsäure, darüber Platinfolie, darüber Schwefeleisen; bei Chloroxyd: Vitriolöl und chlorsaures Ammoniak; bei Salzsäure: Vitriolöl und Salmiak; bei Stickoxydul: salpetersaures Ammoniak; bei Ammoniak: die Verbindung des Ammoniaks mit Chlorsilber; und bei Cyan: Cyanquecksilber). Nach dem Zuschließen des andern Endes bewirkte er die Gasentwicklung theils durch Neigen der Röhre, so daß die Säuren mit den andern Stoffen in Berührung kommen mußten, theils durch Erhitzung des Schenkels, welcher die Ingredienzien enthielt, während der andere Schenkel durch eine Kältemischung kalt erhalten wurde. In diesem Verfahren setzten sich nun die aus den genannten Ingredienzien entwickelten Gase der Kohlen-, schwefligen, Hydrothion- und Salz-Säure, Chloroxyds, Stickoxyduls, Ammoniaks und Cyans zu tropfbaren Flüssigkeiten mittelst des Druckes, welchen das im heißen Schenkel fortwährend entwickelte Gas auf das kältere Gas im andern Schenkel ausübte. Auf ähnliche Weise verdichtete FARADAY



gas, während ihm die Verdichtung des Sauerstoff-, Wasser- Phosphorwasserstoff- und Fluorsilicium-Gases nicht gelang.

Er bewirkte die Verdichtung des Chlor-, Cyan- und Ammoniak-Gases bei wenig verstärktem äußern Drucke, indem er diese durch eine mit Quecksilber gesperrte Röhre leitete, eine Endöffnung derselben mit Baumwolle umgab, diese mit tropfbarer Salzsäure befeuchtete, und auf diese einen Luftstrom richtete (111)\*).

Man kann eine jede tropfbare Flüssigkeit als ein comprimirtes Gas betrachten, welches durch den Druck verhindert ist, sich gasförmig auszudehnen, welches aber noch einen Theil der Flüssigkeit, der wahrscheinlich in einem einfachen Verhältnisse zu der Flüssigkeitswärme des Gases steht, gebunden zurückhält. In einem leeren Raume würde jeder feste Körper bei jeder Temperatur sich in Gas verwandeln, ohne zu schmelzen; ist jedoch der Raum beschränkt, so füllt er sich mit dem gebildeten Gas, und dieses wird der übrige feste Körper comprimirt und derartig tauglich.

Jeder Zersetzung eines Gases durch Erkältung oder Druck folgt ein Nebel. Dieser ist ein Gemeng des nicht verdichteten mit den sehr feinen tropfbar-flüssigen oder festen Theilen, welche aus dem Gase abscheiden, und die durch verschiedene Ursachen des Lichts oder durch Undurchsichtigkeit eine Trübung annehmen. Sind diese Theile fest, so wird der Nebel zum Theil auch genannt.

Die Verdichtung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes durch Erkältung beruht DANIELI'S *Schwefeläther-Hygrograph* (Tab. 65, 169 u. 403), durch DOBEREINER u. KÖRNER (Tab. 135 u. 139) vereinfacht.

Die Verwandlung einer Materie in Gas, und Verdichtung an einem andern Orte durch Erkältung gründet sich die Destillation und die *Destillation* oder das *Ueberziehen*. Bei beiden Operationen hat man meistens die Absicht, eine leichter verdampfende von einer minder flüchtigen zu scheiden. Man veranlaßt die Verdampfung der erstern, während die letztere, als *Rückstand der Destillation*, oder sogenanntes *Cuput mortuum*, oder *Residuum* ist, als *Phlegma* u. s. w. der alten Chemiker zugetheilt wird. Wird der in einen kaltern Theil des Apparats geleitete Dampf durch Erkältung in eine feste Materie verwandelt, so heißt

Man früher hatten MONRO u. CROLET das schwefelgaure Gas, MONRO u. CROLET das Ammoniakgas und SINGMANN das Arsenikgas durch Erkältung in einen tropfbaren Zustand übergeführt, wurden diese Thatsachen betrachtet und zum Theil der Gegenwart von etwas Wasser zugeschrieben.

die Operation eine Sublimation; wird er tropfbar-flüssig, so ist eine Destillation. Bei beiden Operationen befindet sich der zu verdampfende Körper in einer *Blase*, einem *Kolben*, oder einer *Retorte*. Auf der Blase und dem Kolben befindet sich ein *Helm*, welcher ist bei der Destillation oft noch mit einer *Kühlröhre* verbunden, welche in die *Vorlage* leitet; bei der Retorte begiebt sich der Dampf durch den Hals in die kalt gehaltene Vorlage, wo er sich verdichtet. Da im luftleeren Raume die Gasbildung rasch erfolgt, auch bei niedriger Temperatur, so geht die Destillation, wenn der Apparat luftleer ist, sehr schnell und bei niedriger Temperatur vor sich, sobald nur die Vorlage relativ kälter ist. Bei luftgefülltem Apparate muß dagegen die Materie bis zum Siedepunkte erhitzt werden, wenn die Destillation nicht sehr langsam erfolgen soll. Uebrigens ergibt sich aus dem S. 142 Gesagten, daß gleichviel Wärme zur Dampfbildung verbraucht wird, dieselbe erfolge im luftleeren oder im luftgefüllten Raume, und bei welcher Temperatur sie wolle. Der zu einem festen Körper verdichtete Dampf ist das *Sublimat*, der zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichtete das *Destillat*. Sucht man letzteres durch nochmalige Destillation noch mehr vom minder flüchtigen Stoffe zu reinigen, so ist dieses eine *Rectification*; unter *Cohobation* versteht man die Destillation des Destillats, welches man auf die zurückgebliebene oder auf frische Materie zurückgegossen hat.

*b. Verdichtung durch die Affinität wägbarer Stoffe zur wägbaren Grundlage des Gases.*

Hat irgend ein wägbarer Stoff, er besitze eine feste, tropfbar-flüssige oder Gas-Gestalt, zu dem in einem Gase enthaltenen bei der gegebenen Temperatur eine größere Affinität, als die Wärme, und kann sich diese größere Affinität äußern (S. 27), so werden sich diese beiden wägbaren Stoffe vereinigen, und die Flüssigkeitswärme des Gases oder beider Gase wird in dem Falle frei werden, wenn die neue Verbindung nicht wieder gasförmig ist.

Die hierbei freiwerdende Wärme kann jedoch zum Theil von andern Ursachen herrühren.

Hierher gehört die Verdichtung des Sauerstoffgases durch Verbindung des Sauerstoffs mit Wasserstoff, Boron, Phosphor, Silicium und Metallen; die des Chlorgases durch Boron, Phosphor, Silicium, Iod und Metalle; die der sauren Gasarten durch Ammoniakgas und viele andere Salzbasen; die sämtlicher Gase durch Wasser, Weingeist und andere Flüssigkeiten; die des Wasserdampfes durch Säuren, Salzbasen, Salze und andere Körper u. s. w. Leicht

Wasserdampf von 100° zu gepulverten Salzen, Citronensäure, Natron oder Zucker, so absorbiren diese einen Theil des Wassers, und eine Auflösung, deren Temperatur mehrere Grade überträgt, und sich ziemlich derjenigen Temperatur nähert, bei welcher die Auflösungen dieser Substanzen in Wasser zum Sieden kommen (S. 129). So erhöht auch Weingeistdampf von 83,3° die Temperatur des Chlorcalciums auf 99°. FARADAY (*Ann. Chim.* 20, 320).

Auf die verschieden starke Erhitzung eines in Vitriolöl getauchten, dann der Luft dargebotenen Thermometers durch die hierbei grosse Menge von sich verdichtendem Wasserdampf lässt sich das Hygrometer von DE LA RIVE (*Bibl. univ.* 28, 285).

Schmelzpunkt.

	Cels.		Cels.
Weingeist	— 79°?	Phosphor	+ 46
Schwefeläther	— 44	Kalium	+ 58
Quecksilber	— 39	Wachs	+ 67
Vitriolöl	— 25	Natrium	+ 90
Essigsäure	— 15	Iod	+ 107
Eisenerz	0	Schwefel	+ 109
		Campher	+ 175

	nach Guyton-Morveau ( <i>Ann. Chim.</i> 90, 236).	nach Wedgw. und Dalton (N. Syst. I, 54)	nach Daniell
	Cels. Wedg.*)	Cels. Wedg.	Cels. Daniell.**)
Wasser	+ 247	247	239 66
	+ 267	246	227 63
	+ 312	322	321 87
	+ 374	371	342 94
Alkohol	+ 513	432	» »
	»	»	1021 267
	+ 1034	» 28	1223 319
	+ 1207	» 27	1398 364
	+ 1381	» 32	1421 370
	»	» 130	» »
Eisen	+ 4783	»	1933 497
K. Porz.	+ 5642	»	»
»	+ 5825	» 160	»
»	+ 6346	»	»
Platin, Rhod., Quarz.	über 175	»	»

Grade des WEDGWOOD'schen Pyrometers S. 113.  
Grade des DANIELL'schen Pyrometers S. 112.

*S i e d p u n c t.*

	Cels.		Cels.
Schweflige Säure	— 10°	Wasser	+ 100°
Salznaphtha	+ 12	Terpenthinöl	+ 157
Salpeterminaphtha	+ 21	Iod	+ 180
Blausäure	+ 26,5	Campher	+ 284
Schwefeläther	+ 35,66	Vitriolöl	+ 287
Schwefelkohlenstoff	+ 46,6	Phosphor	+ 250
Weingeist	+ 78,41	Schwefel	+ 298
Steinöl	+ 85,5	Quecksilber	+ 356

*II. Entwicklung und Verschluckung von Wärme.**1. Durch chemische Aenderung der wägbaren Stoffe veranlaßt**A. Durch Aenderung des Aggregatzustandes.*

Wie bei jedem Uebergange eines festen Stoffes in tropfbar-flüssigen Zustand und eines festen oder tropfbar-flüssigen Stoffes in den gasförmigen Zustand Wärme schwindet, und bei der Zurückführung dieser Stoffe in frühere Form wieder Wärme frei wird, ist so eben geworden.

*B. Durch Verbindungen der wägbaren Stoffe unter einander und Aufhebung dieser Verbindungen.*

Bei jeder mit oder ohne Abtrennung statt findenden Verbindung wägbarer Stoffe wird bald Wärme entwickelt, bald verschluckt.

Die beträchtlichsten *Wärmeentwicklungen* zeigen sich in der Gesellschaft der S. 79 u. 80 angeführten Lichtentwicklungen, also namentlich bei Verbindung des Sauerstoffs und Chlors mit Metallen und anderen brennbaren Körpern, des Schwefels und Phosphors mit mehreren Metallen; ferner bei Verbindung stärkerer Säuren mit stärkeren salzfähigen Grundlagen, und bei Verbindung stärkerer Säuren und stärkerer salzfähiger Grundlagen mit Wasser, kurz da, wo die Verbindung durch eine größere Affinität hervorgebracht wird und wo die Körper eine entgegengesetztere chemische Natur haben.

Zur Messung der Wärmemenge, welche bei diesen Verbindungen frei wird, bedient man sich entweder des Calorimeters

Rumford'schen Apparats, wo man die Dämpfe des verbrennenden Körpers in einer Schlangenhöhre durch Wasser leitet, und Temperaturerhöhung desselben bemerkt.

Substanz	verzehrt beim Verbrennen Sauerstoff	und schmelzt Eis auf 0° nach					
		Craw- ford,	Lavoisier,	Dal- ton,	Rum- ford,	Clemen- Desorm.	Des- pretz
	℔.	℔.	℔.	℔.	℔.	℔.	℔.
Wasserstoffgas	8	480	285	320	„	„	315,2
	2,67	69	96,5	40	71	93,5	
Reine Zuckerkohle	„	„	„	„	„	„	104,2
Reines Gas	3,4	„	„	88	„	„	
Wasserstoffgas	4	„	„	85	„	„	
Wasserstoffgas	0,57	„	„	25	„	„	
	1,25	„	100	60	„	„	
	1	„	„	20	„	„	
	2,4	„	„	58	90	„	
Phosphor	2,8	„	„	62	107	„	
	„	„	„	60	„	„	
	3,3	„	„	„	97,8	„	
	„	„	„	70	„	„	
	„	89	148	104	120,6	„	
	„	„	„	„	124	„	
	„	„	„	104	111,6	„	
	„	97	133	104	126,3	„	
	„	„	„	42	„	„	
	„	„	„	„	39,6 b. 46,4*)	30	
	„	„	„	„	„	61 b. 75	
	„	„	„	„	„	16 b. 23	

Man kann die Versuche von DESPRETZ zu Grunde, so schmelzt Wasserstoff bei seiner Verbindung mit der erforderlichen Menge Sauerstoff 39,4 ℔ Eis ( $8 : 315,2 = 1 : 39,4$ ), und bei Verbindung mit Kohle 39,9 ℔ ( $2,67 : 104,2 = 1 : 39,9$ ). Schmelzt nach DALTON 1 ℔ Sauerstoff bei seiner Verbindung mit wogendem Gas 25,9, mit Kohlenwasserstoffgas 21,9, mit Wasserstoffgas 43,9 und (nach DALTON und LAVOISIER im Mittel) Phosphor 64,0 ℔ Eis. Nach DAVY's ungefahren Versuche (Ann. 20, 14) soll sogar eine gewisse Menge Sauerstoff, bei ihrer Verbindung mit Kohlenoxydgas eine Wärme gleich entwickeln, mit hydrothionsaurem Gas 1,12, mit ölerzeugendem Gas 4,3 Wärme entwickeln. Aus diesen anderen Gründen ist das von WELTER (*Ann. Chim.* 415 u. 27, 223) ausgesprochene Gesetz, nach welchem gleiche Menge Sauerstoff gleichviel Wärme entwickeln soll; er geht mit dieser oder jener brennbaren Substanz, noch sehr

ausführlicheren Versuche RUMFORD'S über die Wärme, die verschiedene Holzarten geben, z. bei Holzfasern.

Die bei diesen Verbindungen, deren einige als Verbrennungen unterschieden werden, entbundene Wärme kann aus 4 Quellen herrühren:

a. Daher, daß die Wärmecapacität der Verbindung geringer ist, als das Mittel der Wärmecapacität der sich verbindenden Stoffe; in den meisten Fällen findet dieses wirklich statt, in andern verhält es sich aber gerade umgekehrt und es müßte Kälte entstehen, wenn man die verminderte Wärmecapacität als die einzige oder nur als die vorzüglichste Ursache der Wärmeerzeugung ansehen wollte.

So verbindet sich 1  $\mathcal{R}$  Wasserstoffgas von 3,293 spezifischer Wärme unter der größten Wärmeentwicklung mit 8  $\mathcal{R}$  Sauerstoffgas von 0,236 spezifischer Wärme zu 9  $\mathcal{R}$  Wasser von 1,000 spezifischer Wärme, während die Rechnung  $\left( \frac{3,293 + 8 \cdot 0,236}{9} \right)$  als Mittel der beiden Capacitäten giebt. Hätte also das Wasser die Capacität von 0,576, so würde die in dem Sauerstoffgas und Wasserstoffgas vorhanden gewesene freie Wärme gerade hinreichen, um das gebildete Wasser auf dieselbe Temperatur zu bringen, welcher sich die beiden Gase befanden; da hingegen die wirkliche Capacität des Wassers 1,000 beträgt, so ist die freie Wärme der Gase hierzu lange nicht hinreichend; und, wenn nicht durch andere Ursachen bei der Verbindung des Sauerstoffs mit dem Wasserstoff Wärme entwickelt worden wäre, so müßte das erst gebildete Wasser bei weit . . . kälter seyn, als die beiden Gase vor ihrer Verbindung waren. Auf dieselbe Weise verhalten sich die Verbindungen des Zinks, Bleis und Kupfers mit Sauerstoff, und Zweifel noch viele andere Verbindungen.

b. Die entwickelte Wärme kann ausgeschiedene Flamm- oder Fläuswärme seyn, wenn bei der Verbindung elastisch-flüchtige oder liquide Körper in den liquiden oder festen Zustand übergehen. Doch lassen sich hieraus die bei Verbrennungen und anderen Verbindungen stattfindenden lebhafteren Wärmeentwicklungen keineswegs genügend erklären; denn die Flamm- oder Fläuswärme der Gasarten und liquiden Körper ist im Verhältniß zu solchen Wärmeentwicklungen gering anzuschlagen, auch findet in sehr vielen Fällen während der Verbindung durchaus keine Verdichtung statt; z. B. beim Verbrennen der Kohle, des Schwefels in Sauerstoffgas, des Wasserstoffgases in Chlorgas; oder es entstehen sogar unter gro-



Kälteerzeugung aus festen Körpern gasige Producte, z. B. Verputten von Salpeter mit Kohle u. s. w.

c. Die ausgeschiedene Wärme könnte eine von der Flüsswärme verschiedene, keinen besondern Aggregations- und veranlassende, noch inniger chemisch gebundene seyn, welche frei wird, wenn der wägbare Stoff mit dem andern in Verbindung tritt.

d. Die Wärme wird erst zusammengesetzt aus der positiven Elektricität des einen und der negativen des andern Körpers. 1. S. 74 u. 80.

Entweder muß man die unter c oder die unter d angeführte Annahme annehmen, um sich die bei Verbindungen wägbarer Stoffe stattfindende Wärmeentwicklung erklären zu können. vgl. das beim Stoff über die Verbrennungstheorie Gesagte.

Kälteerzeugungen finden 1. vorzüglich bei einigen von andern chemischen Verbindungen statt, bei welchen feste Körper in den tropfbar - flüssigen Zustand übergehen, und die zugleich durch schwache Affinitäten hervorgebracht werden, wo die bei der Verbindung vielleicht frei werdende Wärme lange nicht hinreichend ist, um den aufzulösenden Körper flüssig zu machen, also noch mehr Wärme als Flüsswärme verschluckt und latent werden muß; z. B. Auflösen verschiedener Salze in Wasser und in verdünnten Säuren, und vorzüglich beim Zusammenbringen dieser Salze und einiger Säuren, wie Schwefelsäure, Salpetersäure mit Eis oder Schnee, während dieselben Säuren mit andern Erhitzung bewirken. *Kältemischungen.*

Bei jenen dieser Stoffe, welche Krystallisationswasser aufzunehmen fähig sind, dürfen desselben nicht beraubt seyn, sonst erhitzen sie mit Wasser Wärme, statt Kalte. — Je feiner die Stoffe sind, je schneller und in je größerer Masse sie gemischt werden, und je schlechterer Wärmeleiter das Mischungsgefäß ist, um so größere Kalte wird hervorgebracht. — Um die Kältegrade hervorzubringen, erkaltet man die zu einer Mischung gehörenden Substanzen vor dem Mischen in einer Kältemischung. — Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Mischung von Kochsalz in Wasser bei ungefähr  $-20^{\circ}$  vollständig wird, also Kochsalz und Schnee, bis zu diesem Punct erkaltet, nicht mehr auf einander einwirken, während dieser Punct bei salz-

saurem Kalk und Schnee erst bei  $-60$ , und bei verdünnter Schwefelsäure und Schnee noch viel tiefer liegt, daher durch dieses Gemisch, nachdem es zuvor hinlänglich erkältet ist, die höchsten Grade bewirkt werden können. MURRAY. — Die größte, HUTTON (*Gillb.* 46, 119) durch ein seit bereits 13 Jahren schwiegenes Verfahren hervorgebrachte Kälte beträgt, wenn es bei Erddichtung ist,  $-79^{\circ}$ .

1 Theil Wasser bringt beim Auflösen von 1 Theil salpetersaurem Ammoniak eine Temperaturerniedrigung von  $+10^{\circ}$  auf  $-12^{\circ}$ ; — mit  $\frac{5}{16}$  Salmiak und  $\frac{5}{16}$  Salpeter von  $+10$  auf  $-12^{\circ}$ ; — mit 1 salpetersaurem Ammoniak und 1 kohlensaurem Natron von  $+10$  auf  $-13,8^{\circ}$ ; mit 0,3 Salmiak, 0,1 Salpeter, 0,6 Chlorkalium von  $+25^{\circ}$  auf  $-6^{\circ}$ ; — mit  $\frac{5}{16}$  Salmiak,  $\frac{5}{16}$  Salpeter und  $\frac{8}{16}$  Glaubersalz von  $+10$  auf  $-15,5^{\circ}$ ; — 1 Theil Wasser erzeugt 1 Theil Wasser beträchtliche Kälte mit  $\frac{1}{2}$  Salmiak,  $\frac{1}{2}$  Salpeter und  $\frac{3}{4}$  Glaubersalz; oder mit  $\frac{9}{40}$  Salmiak,  $\frac{10}{40}$  Salpeter und  $\frac{16}{40}$  Glaubersalz.

1 Theil eines Gemisches von 50 Vitriolöl und 55 Wasser kühlt sich mit  $1\frac{1}{4}$  Theil Glaubersalz von  $+10$  auf  $-8^{\circ}$ .

1 Theil verdünnte Salzsäure mit  $1\frac{3}{5}$  Glaubersalz von  $+10^{\circ}$  auf  $-17,8^{\circ}$ . — 1 Theil verdünnte Salpetersäure giebt folgende Kältegrade: mit 1 Salmiak,  $\frac{1}{2}$  Salpeter,  $1\frac{1}{2}$  Glaubersalz von  $+10$  auf  $-12$ ; — mit  $1\frac{1}{4}$  salpetersaurem Ammoniak und  $1\frac{1}{2}$  Glaubersalz von  $+10$  auf  $-10^{\circ}$ ; — mit  $1\frac{1}{2}$  salpetersaurem Ammoniak und  $2\frac{1}{4}$  phosphorsaurem Natron von  $+10$  auf  $-6^{\circ}$ ; — mit  $2\frac{1}{4}$  phosphorsaurem Natron von  $+10$  auf  $-11^{\circ}$ ; — mit  $1\frac{1}{2}$  Glaubersalz von  $+10$  auf  $-16^{\circ}$ .

1 Theil Schnee oder zerstoßenes Eis bringt folgende Kältegrade hervor: Mit  $\frac{1}{3}$  verdünnter Schwefelsäure (4 Vitriolöl und 1 Wasser) von 0 auf  $-32,5^{\circ}$ ; — mit 1 verdünnter Schwefelsäure von  $-7$  auf  $-51^{\circ}$  (auch durch das krystallisirte Gemisch 49 Vitriolöl und 9 Wasser erhielt ich mit Schnee bedeutende Kältegrade); — mit  $\frac{1}{2}$  verdünnter Salpetersäure von  $-23$  auf  $-49^{\circ}$ ; — mit 1 verdünnter Salpetersäure von  $-17,8$  auf  $-47^{\circ}$ ; — mit  $1\frac{1}{3}$  krystallisirtem Kali von 0 auf  $-28^{\circ}$ ; — mit  $\frac{1}{2}$  Kochsalz von  $-17,8$  auf  $-20,5^{\circ}$ ; — mit 1 Kochsalz von 0 auf  $-17,8^{\circ}$ ; — mit  $\frac{5}{12}$  Kochsalz und  $\frac{5}{12}$  salpetersaurem Ammoniak von  $-17,8$  auf  $-31,7^{\circ}$ ; — mit  $\frac{1}{2}$  salzsaurem Kalk von  $-9$  auf  $-49^{\circ}$ ; — mit  $1\frac{1}{3}$  salzsaurem Kalk von 0 auf  $-49^{\circ}$ ; — mit  $1\frac{1}{2}$  salzsaurem Kalk von 0 auf  $-27,8^{\circ}$  und von  $-7$  auf  $-47^{\circ}$ ; — mit 2 salzsaurem Kalk von  $-17,8$  auf  $-54,4^{\circ}$  und mit 3 salzsaurem Kalk von  $-40$  auf  $-58^{\circ}$ ; — mit Weingeist von 0 auf  $-10^{\circ}$  und mehr; und zwar bewirkt der wasserhaltige Weingeist eine stärkere Erkältung mit Schnee, als der wasserfreie.

ONTOI (*Nuov. Collez. di Op. scient.* 1823, 104; auch *Fasces Bull. des Sc. math. phys. et chim.* 1825, 117) erhielt b

des festen Bleiamalgams mit dem festen Wismuthamalgam dabei flüssig werden, eine Erkältung von  $22^{\circ}$ . Nach *Schw.* 42, 182; auch *Kastn. Arch.* 3, 90) erkälte 16 Bleiamalgam (aus 112 Blei und 40 Quecksilber berechnet) 688 Wismuthamalgam (aus 384 Wismuth auf 104 Quecksilber bestehend) von  $+ 30^{\circ}$  auf  $- 1^{\circ}$ ; fügt man hierzu Quecksilber, so sinkt die Temperatur auf  $- 8^{\circ}$ . Löst man verkleinertes Gemeng von 118 Zinn, 20 Blei und 284 Quecksilber, so sinkt die Temperatur von  $+ 17,5$

Selten vereinigen sich 2 Flüssigkeiten unter Erkältung; oft selbst Verdichtung eintritt. Dieser Fall ist erklärlich aus der größern specifischen Wärme des Gemenges. So entsteht beim Mischen von 11 Theilen concentrirter wässerigen Lösung des salpetersauren Ammoniaks, welches Gewicht  $= 1,302$ , mit 34 Theilen Wasser von  $5^{\circ}$  Erkältung von  $5^{\circ}$ , und das Gemisch hat ein spec. Gewicht 1,159, während die mittlere Dichtigkeit 1,151 beträgt. Verhalten sich viele andere Salzlösungen beim Vermischen mit Wasser, nur ist die Erkältung geringer. *GAY-LUSSAC.*

*Entwicklung oder Verschluckung von Wärme aus mechanischen Ursachen.*

*Temperatur-Entwicklung, Adhäsions-Erscheinungen begleitend.*

Wenn sich in verkleinerte feste Körper mittelst der Adhäsion - Anziehung irgend eine tropfbare Flüssigkeit bildet, welche damit keine chemische Verbindung einzutreten vermag, so erfolgt eine Temperaturerhöhung, welche bei unorganischen festen Körpern  $\frac{1}{2}$  bis  $1,2^{\circ}$ , bei organischen dagegen, vielleicht, weil sie poröser sind und ihre Oberfläche darbieten, 1 bis  $10^{\circ}$  beträgt. *POUILLET.*

Versuche wurden von *POUILLET* angestellt mit Wasser, Essignaphtha und Oel; die festen nicht organischen Körper, welche er diese Flüssigkeiten dringen ließ, waren die Feile, das Pulver von Schwefel, Glas, Porcellan, Thon, rothen Erden und schweren Metalloxyden; und die organischen Kohle, Sägespäne, Baumwolle, Papier, Wurzeln, Samen, Mehl, Haare, Wolle, thierische Häute u. s. f.

*Temperatur-Entwicklung, durch mechanische Aenderung der Dichtigkeit der Körper veranlaßt.*

Die mechanische Zusammendrückung, Verdichtung eines Körpers ist, ohne daß dabei Aenderung des Aggregat-

tionszustandes statt zu finden braucht, mit Wärmeentwicklung, jede Ausdehnung desselben, wieder, ohne daß sein Aggregationszustand verändert wird, mit Wärmeschluckung verbunden. Dieses zeigt sich bei den festen Körpern und den elastischen Flüssigkeiten, während es bei nur sehr wenig compressiblen tropfbaren Flüssigkeiten nicht beobachtet ist. Die Wärmeentwicklung durch Zusammendrücken läßt sich wohl vorzüglich aus der durch Verdichtung verminderten, die Erkältung durch Ausdehnung aus der dadurch vergrößerten Wärmecapacität erklären, um mehr, da die Wärmeentwicklung mit dem Grade der Verdichtung in einem geraden Verhältnisse steht. Jedoch ist bei einigen festen Körpern so beträchtlich, daß sie zum Theil aus einer der (S. 151) unter c und d angeführten Ursachen auf irgend eine Weise abgeleitet werden möchte.

Luft, rasch zusammengedrückt, entwickelt eine beträchtliche die Entzündung des Feuerschwamms bewirkende Hitze (*Compression-Feuerzeug*); die große Erkältung bei ihrer raschen Ausdehnung verräth vorzüglich das sehr empfindliche BREGUET'sche Thermoskop. — Metalle werden durch Hämmern heiß, selbst glühend unter Vergrößerung des specifischen Gewichts. Beim Prägen von Münzen ist die durch den ersten Schlag bewirkte Wärmeentwicklung größer, als die durch den zweiten und dritten bewirkte, wie auch die Verdichtung beim ersten Schlage am meisten bemerkt wird. Kupfermünzen erhitzen sich dabei mehr als Gold- und Silbermünzen, so wie auch das spec. Gewicht der erstern am meisten zunimmt. BERTHOLLET, PICTET, BIOT. Beim Bohren der Kanonen mit eisernen Bohrern entwickelt sich beträchtliche Hitze, welche in Luft, verdünnter Luft oder Wasser statt. RUMFORD. Man reißt man eine Eisenstange durch angehängte Gewichte, so vergrößert sie sich vor dem Reißen beträchtlich und wird dabei sehr heiß. BARLOW (*Thoms. Ann.* 10, 311) Glas, rasch an Stein gerieben, giebt glühende, Schießpulver entzündende Späne. WENWOOD; Metalle, an Metallen, an Holz oder Baumwolle gerieben, erhitzen sich verschieden stark, PICTET. Holz an Holz gerieben, entzündet sich.

### III. Einwirkung der Wärme auf die chemischen Verbindungen und Trennungen der wägbaren Stoffe.

Der Einfluß der Wärme auf die chemischen Verbindungen wägbarer Stoffe, wo sie theils als Flüssigkeitsprincip, theils auf eine unbekannte Weise wirkt, ist betrachtet S. 26 u. 27.

der durch die Wärme bewirkten Trennung wägbarer Körper, bereits die Rede S. 49, 50 u. 55.

**Lehrung 1.** DAVY, welcher die Materialität der Wärme sucht, den Unterschied zwischen einem wärmern und kältern darin, daß sich die Atome des ersteren in größeren Abständen befinden, daher die Ausdehnung.

**Lehrung 2.** IRVINE und DALTON machen keinen Unterschied zwischen freier und gebundener Wärme. Haucht sich freie Wärme einem festen Körper bis zu einem gewissen Puncte an, so überführt ihn in den flüssigen Zustand über; weil mit dieser Wärme der Form nach ihrer Meinung Zunahme der Capacität gegeben ist, so muß Wärmeverschluckung statt finden. Daher alle Wärmeentwicklungen und Verschluckungen chemischen oder mechanischen Veränderungen wägbarer Stoffe entsprechen veränderten Capacität. Nach diesen Voraussetzungen ist das sogenannte Zero, den absoluten Nullpunct der Temperatur, oder die in den Stoffen enthaltene absolute Wärme. Da z. B. die spezifische Wärme des Eises nach KIRCHHOFF der des Wassers ist, und das Eis, indem es Wasser wird, 75° Wärme verschluckt, so entsprechen diese 75° Wärme dem Abhutel der ganzen im Wasser befindlichen Wärmemenge. Das Zero der Temperatur vom Wasser auf 0° müßte bei — 75° sein. Eben so berechnen sie das Zero aus der beim Mischen von Stoffen freiwerdenden Wärme und der Wärmecapacitäten des Gemisches. — Allein gerade die so sehr absoluten Resultate dieser Berechnungen je nach der Natur der Materien, wo das Zero nach DALTON'S Versuchen zwischen 6130 und — 2390, nach einem Versuche von LAPLACE dagegen gar über die Rothglühhitze fällt, sind besten Beweise gegen die Verwerfung einer gebundenen Wärme. Eben so widerlegend ist der Umstand, daß die spezifische Wärme des Wasserdampfs geringer ist, als die des Wassers, so daß die Verwandlung des Wassers in Dampf müßte daher Wärme verschlucken, wenn es keine gebundene Wärme gäbe.

IRVINE u. DESORMES setzen das absolute Null bei — 266,6°C. Eine minder annehmbare Hypothese hinsichtlich der im Raume enthaltenen Wärme, theils auf folgende Betrachtung: Luft bei 0° dehnt sich durch jeden Grad C. hinzu um  $\frac{1}{273}$  aus, und zieht sich für jeden Grad C. Wärme, welchen man ihr entzieht, um  $\frac{1}{273}$  zusammen. Dieses Gesetz bei jeder Temperatur göltig, so muß die Umfängsverminderung bei — 266,6° statt haben, es

THOMSON System der Chemie übers. von WOLFF 1, 518. die S. 150 angeführten Beispiele.



kaun unterhalb dieses Punctes keine weitere Verkleinerung finden, und also auch keine weitere Wärmeentziehung. Oder: F man zu Luft auf  $0^{\circ}$   $266,6^{\circ}$  Wärme, so verdoppelt sich ihr U fang; obigem Gesetz zufolge muß die Luft bei verdoppeltem U fange doppelt so viel Wärme enthalten, als bei  $0^{\circ}$ , also enthält bei  $0^{\circ}$  C.  $266,6^{\circ}$  Wärme über den absoluten Nullpunct.

### Drittes Kapitel.

## E l e k t r i c i t ä t.

- SINGER Elemente der Elektrizität und der Elektrochemie übers. v. H. MÜLLER. Breslau 1819.
- HISINGER u. BERZELIUS über die Wirkung der elektrischen Säule Salze und ihre Basen. *Gilb.* 27, 270.
- HISINGER über die Wirkung der elektrischen Säule auf thierische vegetabilische Substanzen. *Gilb.* 27, 304.
- GAHN u. HISINGER Versuche, durch die Funken einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine das Wasser zu zerlegen. *Gilb.* 27, 311.
- BERZELIUS elektrische Versuche mit gefärbten Papieren. *Gilb.* 27, 311.
- Theorie der elektrischen Säule. *N. Gehl.* 3, 177.
- WOLLASTON sur la production de l'électricité et sur son action chimique. *Ann. Chim. Phys.* 16, 45.
- PPAFF über das Verhalten feuchter Leiter in der elektrischen Säule. *Gehl.* 5, 82.
- H. DAVY über einige chemische Wirkungen der Elektrizität. *J. Phil.* 5, 1, auch *Gilb.* 28, 1 u. 162.
- DAVY über Elektrizität im luftleeren Raume. *Phil. Transact.* 1822, 1, 1.
- BRANDE elektrisch-chemische Erscheinungen. *Gilb.* 52, 372.
- PORRET curious galvanic experiments. *Thoms. Ann.* 8, 74, auch 66, 272.
- BREWSTER über Krystallelektrizität. *Edinb. J. of Sc.* 1, 208, *Pogg.* 2, 297 u. *Schw.* 43, 87.
- HAUY über Elektrizität durch Druck und Reibung. *Ann. Chim. Phys.* 95 (auch *Schw.* 20, 383); — *Ann. Chim. Phys.* 8, 383 (auch 25, 135); und *J. Phys.* 89, 455.
- BECQUEREL über Elektrizität durch Druck, durch Berührung, durch Erwärmung, durch Haarröhrchen-Anziehung und durch chemische Wirkung. *Ann. Chim. Phys.* 22, 5; 23, 135 (auch *Schw.* 39, 23, 152; 23, 244 (auch *Schw.* 40, 385); 24, 203; 24, 337 (*Schw.* 40, 408); 25, 405 (auch *Schw.* 43, 71 und *Pogg.* 2, 26, 176 (auch *Schw.* 44, 153 und *Pogg.* 2, 180); 27, 5 (*Pogg.* 2, 191); 27, 14 (auch *Pogg.* 2, 202); 28, 19 u. 27.
- SERRERCK thermo-elektro-magnetische Versuche. *Gilb.* 63, 115 u. 116.
- CUMMING über Elektrizität durch Erwärmung. *Phil. Ann.* 5, 427 u. 6, 177 u. 321; auch *Schw.* 40, 312 u. 317.



- thermo-elektro-magnetische Versuche. *Gilb.* 63, 36.  
 elektro-magnetische Versuche. München 1823.  
 über die trockene Voltaische Säule. *Gilb.* 60, 151.  
 Säulen aus 2 Elementen. *Gilb.* 60, 162.  
 über Säulen aus 2 Elementen. *Gilb.* 64, 45.  
 über die Zambonische Säule. *Schw.* 16, 111.  
 über die Zambonische Säule. *Gilb.* 62, 227.  
 über seinen Calorimotor und Deßagrator. *Thoms. Ann.* 14, 176,  
*Schw.* 26, 313. — Ferner: *Phil. Ann.* 1, 329; 2, 328 und  
 319.  
 über die Voltaische Säule. *Katn. Arch.* 4, 13.  
 über Elektricität durch Verdampfen. *Bull. Philom.* 1825, 100.  
 über Elektrochemie. *Gilb.* 61, 60.  
 über die Zersetzung des Wassers. *Ann. Chim.* 58, 54; auch in *z.  
 chemischen Forschungen* 115.  
 über den Einfluß der galvanischen Elektricität auf Metallvegetatio-  
 nen. *Ann. Chim.* 63, 5, auch in *z. phys. chem. Forsch.* 126.  
 über die Wirkung der galvanischen Elektricität durch eine Glas-  
 säule. *Schw.* 28, 315.  
 ROSE über die Theorie der Metallreduktionen. In *Grotthuss  
 them. Forsch.* 139.  
 über Metallpräcipitationen. *Gilb.* 72, 289.  
 über Metallreduction. *Bull. Philom.* 1822, auch *Gilb.* 72, 308.  
 SUR sur le passage de l'électricité voltaïque à travers les con-  
 ducteurs liquides. *Ann. Chim. Phys.* 28, 190.

Elektricität werden bald, nach der *Dufay'schen* oder  
*Franklin'schen dualistischen Theorie*, 2 sich in ihren Fi-  
 gen höchst analoge und doch in ihren Verhält-  
 zu einander gerade entgegengesetzte unwägbare Flüs-  
 verstanden, bald, nach der *Franklin'schen Theorie*,  
 einzige, deren relativer Ueberschuß oder Mangel  
 theinungen von *positiver* und *negativer Elektricität* her-  
 \*)).

Die dualistische Ansicht ist nicht nur für die chemische Betrach-  
 der elektrischen Erscheinungen zulässiger, sondern es laßt sich  
 durch dieselbe die Vertheilung der Elektricität viel genügender  
 erklären. Denn wie kann man sich bei der Annahme der *FRANKLIN'SCHEN*  
*Theorie* eine deutliche Vorstellung davon machen, daß  
 ein Körper, dem Elektricität mangelt, und der sich in der  
 eines solchen befindet, der Ueberschuß daran hat, da wo er  
 letztern am nachsten sich befindet, ein noch größerer Mangel  
 hat, und an der abgekehrten Seite ein Ueberschuß? Bei der An-  
 nahme eines kalten und eines heißen Körpers nehmen wir keine  
 elektrischen Vertheilung ähnliche Erscheinung wahr.

*Eigenschaften.*

1. Die beiden Elektricitäten sind unwägbar.

2. Sie verbreiten sich mit größter Schnelligkeit gleichförmig durch diejenigen Räume, welche für sie durchgänglich sind.

Zu den guten *Leitern* der Elektricität gehören Metalle, Kohle und einigermaßen der luftleere Raum.

Unvollkommene Leiter, oder *Halbleiter* sind Wasser, wässrige Säuren, Alkalien und Salzlösungen (die im Durchschnitt um so besser leiten, je concentrirter sie sind), feuchte organische Körper, sehr unvollkommen leiten Aether und Weingeist. Setzt man leitende Vermögen des reinen Wassers = 1000, so hat Bleekerlösung (1,133 spec. Gew.) 1560; Kochsalzlösung (1,166 spec. Gew.) 1673; wässriges Kali (1,172 spec. Gew.) 1709; Vitriol (1,3-): Salmiaklösung (1,064 spec. Gew.) 1973; wässriges Ammoniak (0,936 spec. Gew.) 3177; Salpetersäure (1,236 spec. Gew.) 2283; Essigsäure (1,074 spec. Gew.) 2398 und Salzsäure (1,18 spec. Gew.) 2464. FÖRSTEMANN (*Kastn. Arch.* 4, 82).

Die *Nichtleiter*, *Isolatoren*, wie Diamant, Phosphor, Schwefel, Selen, Iod, Glas, viele Metalloxyde und Chlormetalle, Oel, trockene Pflanzenfaser, Faden, Seide, Haare, gemeine Luft und andere Gase u. s. w., nehmen zwar die Elektricitäten an ihrer Oberfläche auf und halten sie daselbst sehr fest, lassen sie aber nicht weit eindringen.

Ein ringsum mit Nichtleitern umgebener leitender Körper heißt *isolirt* genannt.

Ueber Methoden, die Leitungsfähigkeit der Körper zu messen, s. WOLLASTON (*Phil. Transact.* 1823, 1, 30); ROUSSEAU (*Chim. Phys.* 25, 3-3).

3. Sie lassen sich in jedem Körper, er sey Leiter oder Nichtleiter, in verschieden großer Menge anhäufen.

Die in einem Körper angehäuften El. kann, als durch Adhäsion gebunden betrachtet werden. Hierbei zeigt sich der Unterschied, dass die Leiter die in ihnen angehäuften El. fast augenblicklich verlieren, so wie sie durch einen andern Leiter mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt werden, die Nichtleiter, als gleichsam mit großer Adhäsion begabt, nur langsam und unvollständig.

Je mehr El. in irgend einem Körper angehäuft ist (entweder im Verhältniß zu seiner Masse oder zu seiner Oberfläche), desto größeres Bestreben besitzt sie, dasselben, vermöge ihres Gleichgewichtsbestrebens und ihrer Avidität zur entgegengesetzten Elektricität zu verlassen, oder desto größer ist die elektrische *Spannung*.

*Chemische Verhältnisse.**Verhältnisse der beiden Elektricitäten gegen einander.*

Die beiden Elektricitäten sind mit einer sehr grossen Affinität gegen einander begabt; sie äussern ein sehr grosses Bestreben sich zu vereinigen. Aus ihrer Vereinigung entsteht die *ruhende Elektricität*, welche, der elektrochemischen Zersetzung gemäss, nichts anders ist, als Licht und Wärme. Unter verschiedenen Veranlassungen wird die in allen Körpern enthaltene ruhende Elektricität wieder zerlegt, so dass positive und negative Elektricität wieder für sich hervortreten.

*Verbindung der beiden Elektricitäten mit einander.*

Setzt man einem Körper, in welchem positive El. anwesend ist, einen andern, mit negativer El. beladenen, so erfolgt die Verbindung derselben und zwar, wenn beide Elektricitäten entsprechenden Verhältnisse vorhanden waren, so, dass die Körper nicht mehr elektrisch erschienen. Bei dieser Verbindung entsteht Licht und Wärme.

Das Bestreben der beiden Elektricitäten, sich zu vereinigen, zeigt sich, wenn die 2 Körper, in welchen sie sich befinden, durch eine Annäherung dieser Körper; oder: durch die Berührung elektrisirter Körper ziehen einander an.

Legt man die 2 Körper durch eine dünne Schicht eines Nichtleiters, so durchbrechen die 2 Elektricitäten denselben, wenn sie hinreichende Spannung besitzen, und es zeigt sich ein von Licht begleiteter Funken. Ist der Nichtleiter fest, wie Glas, oder durchbohrt, dasselbe erfolgt so, als mit Halbleitern und Metallen, wie mit einem Kartenblatt oder Stanniol, wenn sie in Luft umgeben, in einer dünnen Schicht zwischen den 2 elektrisirten Leitern befinden; beim Kartenblatt zeigen sich die Ränder des entstandenen Loches sowohl gegen den negativ als gegen den positiv elektrisch gewesenen Leiter zu. Beim Stanniol zeigen sich nach MOLL (*J. Phys.* 90, 1827) 2 Löcher, nach entgegengesetzten Richtungen hin aufgeworfen, wenn sich die negative El. einen andern Durchgang gewährt, als die positive.

Das Licht des Funkens ist verschieden gefärbt, theils je nach der Dichte des elastischen Mediums, theils je nach

der Natur desselben. DAVY (*Ann. Chim. Phys.* 20, 168); GAUSS (*Schw.* 14, 163).

Erfolgt die Verbindung der 2 entgegengesetzten Elektricitäten mittelst eines mit beiden Körpern in Berührung gebrachten Leiters, so wird dieser heiß bis zum lebhaftesten Glühen und Schmelzen. Platindrath und Eisendrath schmelzen im Kreise starker Volta'scher Säulen; umgiebt man den Drath mit Wasser, so kommt die Flüssigkeit zum Kochen. Kohle, die Pole von HARE's Deflagrator verbunden, strahlt so viel Licht aus, wie 1600 Kerzenflammen.

Ist der verbindende Körper ein Leiter, geht seine Elektricität von Nord nach Süd, und befindet sich in seiner Nähe, parallel zu ihm, eine Magnetnadel, so verändert diese ihre Richtung, wenn die in dem Leiter sich vereinigenden Elektricitäten eine geringe Spannung haben, wenn nur ihre Menge hinreichend ist. Tritt die positive El. in das nördliche Ende des Leiters, welchem sich die beiden Elektricitäten vereinigen, und die negative in sein südliches Ende, und befindet sich die Magnetnadel parallel dem Leiter, so wendet sich ihr Nordpol nach Ost; ist sie senkrecht zu ihm, nach West; steht die Nadel in gleicher Höhe mit dem Leiter auf seiner westlichen Seite, so geht ihr Nordpol in die Höhe, während derselbe nach unten neigt, wenn sich die Nadel auf der östlichen Seite des Leiters befindet. Dieses ist das Wesentliche der von OERSTEDT (*Gilb.* 66, 291; auch *Schw.* 29, 275) entdeckten elektro-magnetischen Erscheinungen.

## 2. Zersetzung der ruhenden Elektricität in ihre 2 entgegengesetzten Arten; Elektricitätsentwicklung.

### A. Elektricität durch Vertheilung.

Ist ein mit der einen El., z. B. mit der positiven elektrisirter Leiter von einem andern, welcher nur ruhende Elektricität enthält, durch einen Nichtleiter, wie durch Luft, Glas, Papier u. s. w. getrennt, so bewirkt das Bestreben der positiven El. des ersten Leiters, sich mit negativer zu vereinigen, daß sich ein Theil der ruhenden El. des zweiten Leiters von seinem 2. Bestandtheile trennt, von welchen die negative El. in denjenigen Theil des zweiten Leiters begiebt, welcher dem ersten am nächsten liegt, während in den entferntesten Theilen die positive El. frei erscheint.

Weil demnach die eine El. in dem bloß ruhenden elektrisirten Körper die entgegengesetzte hervorruft, und sich damit verbinden strebt, so ziehen elektrisirte Körper auch solche an, welche bloß ruhende El. enthalten. Dagegen stoßen 2 in der

und leicht bewegliche Körper einander scheinbar ab, von denjenigen Theilen der Luft angezogen werden, welche sich von ihrer El. enthalten, also am ersten mittelst die entgegengesetzte El. herzugeben vermögen. Dieses ist bei der außerhalb der 2 elektrisirten Körper befindlichen Luft der Fall, am wenigsten bei der zwischen sie ge-

brachten Spannung der positiven El. im ersten Leiter und die hervorgerufene negative im zweiten hinreichend groß, so dass sie den dazwischenliegenden Nichtleiter als ein Funken (manter einfacher elektrischer Funken) oder Lichtbuschel zeigen sich, und es bleibt jetzt in beiden Leitern positive Ladungen geringer Spannung übrig, als dieselbe zuvor im ersten Leiter.

Macht man, ehe diese Vereinigung erfolgt ist, den zweiten Leiter an dem Ende, welches freie positive El. zeigt, mittelst einem Leiters mit dem Erdboden, so geht die positive El. über, und es bleibt die negative El. im zweiten Leiter. Hierauf beruht die Theorie des *Elektrophors*, des *Inductors* und der *Leidner Flasche*.

### B. Krystallelektricität.

Viele Krystalle zeigen beim Erwärmen an den entgegengesetzten Enden ihrer Krystallaxen die entgegengesetzten Elektricitäten, und zwar zeigt sich wenigstens beim Turmalin dasjenige Ende, welches beim Erwärmen positiv wird, beim Abkühlen negativ wird, und umgekehrt. Erst entdeckte die Krystallelektricität des Turmalins, CANNON das Topas, BAARD die des Axiits und HAUY die des Sphens, Zinkglases und Mesotyps. BREWSTER nennt als elektricität fähige Mesotyparten den Grönländischen, so Skolerit und Mesolith; ausserdem gehören nach ihm zu elektrischen Körpern noch folgende: Diamant, Schwefel, saures Ammoniak, (doppelt?) kohlensaures Kali, chloressigsaures Schwerspath, Cölestin, Kalkspath, Flussspath, Bittersalz, saures Buterde-Natron, Bergkrystall der Dauphiné, Amerikaner Beryll, Jolith, Diopsid, Vesuvian, Granat, Annaleim, Bleispath, Eisenvitriol, blausaures Eisenoxydalkali, Sulfursaures Ammoniak, Weinsäure, Seignettesalz, Citronenzucker und gemeiner Zucker. Am auffallendsten elektrisch der Turmalin.

Die Krystalle nicht dem sphäroedrischen Systeme angehörig zeigen die entgegengesetzten Elektricitäten bloß an den 2 Hauptaxen. Beim Boracitwürfel dagegen zeigen sich 4



Ecken desselben positiv und die 4 andern negativ elektrisch. vielen dieser der Krystallelektricität fähigen Krystalle zeigen am einen Pol mehr und andere Flächen, als am andern; doch dieses nicht allgemein der Fall.

Auch Stücke des Turmalins werden beim Erwärmen elektrisch und sogar sein zartestes Pulver, so daß dieses beim jedesmaligen Erwärmen unter einander und an die Unterlage anklebt. Skolezit und Mesolith, durch Erhitzen in Pulver verwandelt, zeigen diese Erscheinung, obgleich sie durch das Erhitzen ihr Kristallwasser verloren haben, also in ihrer Mischung wesentlich verändert sind. BREWSTER.

Die Ableitung der Krystallelektricität von einem der Volta'schen Säule ähnlichen Bau des Krystalls hat das gegen sich, daß der Krystall theils eine einfache Materie ist, wie Diamant, Schwefel, theils eine homogene chemische Verbindung, während der Volta'schen Säule eine mechanische Vereinigung heterogener Stoffe erforderlich ist.

### C. Thermo - Elektricität.

Berühren sich 2 Dräthe desselben Metalls, von denen der eine heißer ist, als der andere, so wird das kalte positiv, das heiße negativ elektrisch. Auch in einem zusammenhängenden Metallstück kann durch dessen ungleiche Erwärmung Elektricität erzeugt werden. Wenn sich 2 Metalle berühren, von denen das eine durch die Berührung positiv, das andere negative El. annehmen würde, ersteres ist wärmer, als letzteres, so findet dieses nicht statt. DESSAIGNES, SEEBECK, BECQUEREL.

Hierher gehört wahrscheinlich auch SCHWEIGGER's Entdeckung (*N. Gehl.* 9, 704), nach welcher, wenn man Terschalen mit Salzwasser füllt, dieselben abwechselnd durch Sengdath und durch einen mit Salzwasser getränkten Papierstreifen vereinigt und die erste Schale erhitzt, die zweite nicht, die dritte wieder, die vierte nicht u. s. f., sich bedeutende, zur Wasserzersetzung hinreichende El. entwickelt.

### D. Elektricität durch Reibung; gemeine Elektricität.

Feste Körper werden durch Aneinanderreiben, zum Theil schon durch Aneinanderdrücken entgegengesetzt elektrisch. Homogene Körper zeigen dies vorzüglich nur dann, wenn



flächen verschieden sind, oder wenn sie eine verschiedene Temperatur haben; zwischen heterogenen Körpern Elektricitätsentwicklung beträchtlicher.

Setzt man 2 parallel laufende natürliche oder künstliche Flächen eines Minerals zwischen den Fingern, so wird es an diesen Berührungspunkten elektrisch, meist positiv. Kalkspath behält die so erzeugte El. 3 bis 11 Tage, Topas und Flußspath mehrere Tage, Glimmer 1 bis 2 Stunden, Bergkrystall kürzer. Talk wird nicht elektrisch, wenn er elektrisch werden soll, und Schwerearth Gyps werden nicht merklich elektrisch. HAUY. Nach ihm nimmt eine Korkscheibe positive El. an, wenn sie an einer von Federharz, Pomeranzenschale, Retinasphalt, Steinölstein, Zink, Kupfer, Silber, Cyanit oder erhitztem Asphalt gedrückt wird, während diese Materien negativ elektrisch werden. Dagegen wird die Korkscheibe negativ elektrisch, wenn sie mit getrockneten thierischen Substanzen, mit Schwerearth, welche vom hygrometrischen Wasser durch Trocknen befreit werden müssen, wenn sie El. zeigen sollen), Flußspath und natürlichem Doppelspath, welche sämmtlich dabei positive El. zeigen. Zwei gute Leiter, an einander gedrückt, zeigen nach Trennung keine andere El. als die Berührungselektricität. Nichtleiterartige Körper zeigen sich nach dem Aneinanderdrücken elektrisch, wenn der eine eine höhere Temperatur besitzt als der andere, und zwar wird dann immer der wärmere negativ, der kältere positiv (eine thermo-elektrische Erscheinung). Die Intensität der erzeugten El. hängt ab von der Natur und Oberfläche der Materien, von der Stärke des Druckes und von der Zeit der Trennung. Kork erzeugt mit Kalkspath, wenn man Druck auf eine den Blatterdurchgängen parallele Fläche ausübt, mehr El., als mit Schwerearth, mit diesem mehr, als mit reinem Bergkrystall, und mit diesem mehr, als mit Gyps, und mit einer geschlossenen Fläche des Kalkpaths. Mit der Stärke des Druckes nimmt die Intensität der El. in einem einfachen geraden Verhältnisse zu, so daß mit Verdoppelung des Druckes auch die Intensität der El. verdoppelt ist. Trennt man endlich die 2 gedrückten Körper langsam, so haben die beiden Elektricitäten Zeit, sich wieder zu vereinigen, und es bleibt nach der Trennung weit weniger übrig. Die durch den Druck elektrisch gewordenen Körper behalten die El. um so länger, je schlechtere Leiter sie sind.

Aus diesen Erscheinungen vermuthet BECQUEREI, daß sie von einem aus sich selbst beobachteten aus einerlei Ursache abzuleiten lassen. Wenn man schnell 2 Blättchen eines Glimmerkrystalls auseinander reißt, so zeigt sich nicht bloß Licht, sondern das eine Blättchen wird positiv, das andere negativ elektrisch, auch beim Zerreißen

von Talk, getrocknetem, erwärmtem Gyps und einer Spiell zeigen sich die von einander gelösten Blätter entgegengesetzt elektrisch. Kömmt die hierbei entwickelte El. von der Aufhebung Molecular-Anziehung, so findet etwas Aehnliches beim Aneinanderdrücken und nachherigen Trennen statt, und hiermit stimmt überein, daß die El. um so stärker ist, je stärker der Druck war.

Nach HAUY werden durch Reiben an Wollenzeug positiv elektrisch, und sind zugleich Isolatoren: Diamant, schwefelsaures Natrium, Salpeter, Kochsalz, Witherit, Schwerspath, Strontianit, Dolomith, Spath, Arragonit, Apatit, Anhydrit, Gyps, Glaubert, Flußspat, Boracit, Bitterspath, Bittersalz, Sapphyr, Spinell, Chrysoberyll, Quarz, Zirkon, Smaragd, Euklas, Topas, Iolith, Cyanit, Chiolith, Axinit, Turmalin, Granat, Kancelstein, Vesuvian, Feldspath, Prehnit, Glimmer, Apophyllit, Hornblende, Strahlstein, Tremolit, Augit, Diopsid, Epidot, Nephelin, Mesotyp, Stilbit, Analcim, wahrscheinlich sämtliche im Mineralreich vorkommende Verbindungen der Erden, Alkalien und Mineralsäuren unter einander, mit Ausnahme des Talkes; ferner Zinkglas, Zinkspath, Zinnstein, Zinnspath, Bleivitriol, Sphen und Tungstein; — es werden positiv elektrisch und sind dabei Leiter: Wismuth, Zink, Blei, Kupfer, Messing, Silber und Silberamalgam; — es werden negativ elektrisch und sind dabei Nichtleiter: Schwefel, Talk, Anatas, Turmalin, Urauglimmer, Kobaltblüthe, Operment, Blende, Grünbleierz, Gelbbleierz, Rothbleierz, Eisenglanz, Eisenvitriol, Eisenblau, Wismuth, Rothkupfererz, Malachit (welcher zuweilen positiv wird), Kupferlasur, Pseudomalachit, Kupfervitriol, Dioptas, Kieserit, arseniksaures Kupfer, Zinnober, Quecksilber-Horn, Rothgültigerz, Bernstein, Retinasphalt, Erdharz, Honigstein, Anthracit; — es werden negativ elektrisch und sind dabei Leiter: Ilvaite, Allanit, Tantalit, Ytterotantalit, Wolfram, Wasserblei, Chalkoisenstein, Pechuran, Braunstein, Manganglanz, Kobaltschwärz, Arsenik, Antimon, Grauspießglanzerz, Blättertellur, Wismuth, Zinn, Zinnkies, Bleiglanz, Eisen, Graphit, Magneteisenstein, Reineisenstein, Magnetkies, Wasserkies, Schwefelkies, Arsenikkies, Kupferglas, Kupferkies, Fahlerz, Nickel, Kupfernickel, Spiegelblei, Glaserz, Antimonial Silber, Gold, Platin und Palladium. — Bei vollkommen krystallisirtem Zustande hört oft die Fähigkeit, durch Reiben elektrisch zu werden, so wie oft die isolirende Eigenschaft auf; z. B. Kalkspath und salinischer Marmor; auch hebt mangelnde Glätte der Oberfläche häufig die Isolation auf, und erzeugt bei Reiben statt positiver El. die negative, z. B. bei Quarz.

Ganz trockner kleeaurer Kalk wird schon durch Umrühren mit einem Glas- oder Platinstab in so hohem Maasse positiv elektrisch, daß sich das Pulver aus der Schale erhebt. FARADAY (*Quart. J. of Sc.* 19, 338). — Hierher gehört auch das El.

werden von pulverisirten Körpern, die man durch Siebe von verschiedener Natur laufen läßt.

Läßt man Schwefel, Wachs, Talg, Cacaobutter oder Chokolade nach dem Schmelzen und Calomel nach der Verdampfung, in reinen oder metallischen Gefäßen erstarren, so zeigen sie auf der Oberfläche keine Spur von El.; hingegen starke, oft bis zum Tödtenschlagen, auf der mit dem Gefäße in Berührung gewesenen Seite (und zwar meistens positive, doch erhielt ich bei Schwefel auch negative), während das Glasgefäß die entgegengesetzte El. in eben so hohem Grade besitzt (vgl. *Crell Ann.* 1786, 345). Auch fand GROTHUSS (*Ann. Chim. Phys.* 27, 111), daß, wenn man Wasser in einer Leidner Flasche gefrieren läßt, es inwendig schwach positiv, außen schwach negativ elektrisch wird, und daß der umgekehrte Erfolg beim schnellen Aufthauen eintritt. Diese Erscheinungen suchte man früherhin durch die Annahme zu erklären, in den Flüssigkeiten sey positive El. gelöst, welche beim Uebergang der Körper in den festen Zustand frei werde. Da sich jedoch diese El. nicht auf der Oberfläche des erstarrten Körpers zeigt, sondern bloß da, wo derselbe dem Gefäße in Berührung ist; da nach GAY-LUSSAC (*Ann. Chim. Phys.* 8, 159) beim Schmelzen von Metallen in Glasgefäßen negative El. frei wird, was doch erfolgen müßte, wenn sie beim Uebergang in den flüssigen Zustand positive El. latent annehmen, — so ist es angemessener, mit GAY-LUSSAC anzunehmen, daß die hier bemerkte El. bloß von der Reibung der sich abkühlenden und anders, als das Gefäß zusammenziehenden erstarrten Theile an den Gefäßwandungen und von einer dadurch bewirkten Reibung Losreißung abzuleiten ist.

Nach DESAIGNES's merkwürdigen, aber noch nicht erklärten Versuchen (*J. Phys.* 82, 360 u. 413; 83, 4, 191 u. 415) ist die Art und die Art von El., welche 2 aneinander geriebene Körper annehmen, außerdem sehr veränderlich, je nach der Temperatur, dem Druck und dem Feuchtigkeitszustand der Luft.

Nach WOLLASTON's Ansicht beruht die Reibungselektricität auf Oxydation; denn Glas, an Silber- oder Platinamalgam gerieben, giebt nach ihm keine El., weil diese Amalgame nicht oxydirbar sind; es giebt stärkere El. mit Zinkamalgam, als mit Zinnamalgam, ersteres oxydirbarer sey, und noch stärkere mit einem Gemisch beider, was sich am schnellsten oxydirt. Auch soll nach WOLLASTON eine Elektrisirmaschine in kohlensaurem Gas keine El. entwickeln, während DAVY sowohl in diesem Gas, als im Wasserstoffgas El. erhielt, und zwar in kohlensaurem Gas mehr, als in reinen Luft.

Auf der Elektricitäts-erregung durch Reibung beruht die *Elektrische Maschine*, welche die Elektricität in der größten Spannung

liefert, d. h. in der größten Menge auf eine bestimmte Oberfläche angehäuft.

*E. Elektricität durch Berührung; galvanische Elektricität; Contact-Elektricität.*

Heterogene feste und liquide Körper, in unmittelbarer ruhiger Berührung, nehmen sehr schwache entgegengesetzte Elektricitäten an; die Spannung derselben oder ihr Verhältniß zur Oberfläche ist desto größer, je heterogener die Stoffe sind. Man kann sämtliche Stoffe in einer Reihe anordnen, wo jedes Glied in Berührung mit dem vorhergehenden positiv, mit dem folgenden negativ elektrisch wird. Derjenige Stoff, der mit allen übrigen positive El. annimmt, ist der *elektropositivste*, der entgegengesetzte der *elektronegativste*.

Nach DAVY's Versuchen werden Natronhydrat, Kalk, Strontian, Bittererde, kohlensaures Kali, Borax, Alaun, Phosphor, Hydrothionsäure und Schwefel in Berührung mit sämtlichen Metallen positiv, während diese negativ elektrisch werden; die trockenen Säuren, wie Kleesäure, mit den genannten Metallen und den Metallen negativ elektrisch, während jene positive El. zeigen. Auch wässriges Kali oder Natron wird nach BACCHINI mit Zink, Messing und Platin positiv, während diese negative El. annehmen; Vitriolöl verhält sich umgekehrt gegen dieselben; wässrige Kochsalzlösung nimmt in Berührung mit den Metallen positive El. an. Die Ordnung der Metalle ist nach DAVY von dem elektropositivsten angefangen: Zink, Eisen, Zinn, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Platin — Holzkohle. Nach VOLTA (Mém. 2, 557) ist die Ordnung: Zink, in Wasser gelöschte Kohle, Kupferfolie, Blei, Zinn, Antimon, Bronze, Smilior, Messing, Eisen, Platin, Silber, Gold, gemeine Kohle, Graphit, Braunstein, Kupferoxyd, Kohle mit Sauerstoffgas gesättigt.

*F. Elektricitätsentwicklung durch chemische Veränderungen wägbarer Stoffe.*

*a. Durch chemische Verbindungen.*

Im Augenblick, in welchem sich 2 Stoffe vereinigen, zeigt sich häufig in ihnen eine sehr kleine Menge freier Elektricität; und zwar, wenn ein Stoff a bei der bloßen Berührung mit dem Stoffe b positiv elektrisch wird, so erscheint er während seiner Verbindung mit dem Stoffe b negativ elektrisch; und eben so, nur umgekehrt, verhält sich der Stoff b.

Diese geringen Spannungen lassen sich bloß durch das Bohrer'sche Elektroskop oder durch den Schweigger'schen Multiplikator oder andere empfindliche Apparate erkennen, und da oft selbst Beobachter zu verschiedenen Zeiten entgegengesetzte Resultate erhielten, so darf man dem hier Zusammengestellten noch in völliges Zutrauen schenken.

Verbrennt man Kohlen an der Luft, so zeigt sich das Gefäß, in welchem sich die Kohlen befinden, negativ elektrisch. LAVOISIER u. LAPLACE.

Trächt man Kali- oder Natronhydrat in eine tropfbar-flüssige Säure, so nimmt das Alkali negative, die Säure positive El. an, und zwar um so mehr, je größer die Affinität des Alkali's zur Säure. Auch bei der Verbindung einer wässrigen Säure mit einem wässrigen Alkali erlangt die Säure positive, das Alkali negative Elektrizität. BECQUEREL.

Beim Auflösen von Alaunerde, Zinkoxyd und Bleioxyd, in wässrigem Kali sammelt sich die positive El. in den ersten Substanzen, die negative im Kali, nur ist die Intensität geringer, als bei der Vereinigung des Alkali's mit Säuren. Dem ähnlich verhalten sich wässriges Natron und Ammoniak. BECQUEREL.

Löst man in Wasser feste Boraxsäure, Kleesäure oder Citronensäure auf, oder läßt man Wasser mit einem Platinschwamm in Berührung treten, welcher mit Salzsäure getränkt ist, so zeigt sich das Wasser positiv, in der Säure negative El. Das Gegentheil tritt ein, wenn Wasser mit einem Platinschwamm in Berührung gesetzt wird, welcher Salpetersäure oder Schwefelsäure enthält. — Beim Auflösen von Kali- oder Natron-Hydrat in Wasser, oder auch beim Zusammenbringen des wässrigen Alkali's mit Wasser, bemerkte BECQUEREL in früheren Versuchen, daß das Wasser positiv, das Alkali negativ wurde; in spätern, die er für die richtigern hält, erhielt er das entgegengesetzte Resultat. — Beim Auflösen von Salpater in Wasser zeigt sich wenig El., und zwar, beim Auflösen von Salpetersalz oder salzsaurem Baryt in Wasser, negativ in dem Salpater, positiv im Wasser.

Ein Gemisch von 1 Vitriolöl und  $\frac{1}{2}$  Wasser wird durch Salpetersäure stark negativ und diese positiv; Vitriolöl dagegen wird durch dieselben Salpetersäure stark positiv, wobei wahrscheinlich die Wirkung des Vitriolöls auf das Wasser der Salpetersäure ins Spiel kommt. — Beim Zusammenbringen der Salpetersäure mit wässriger Kleesäure wird erstere positiv, letztere negativ elektrisch. BECQUEREL.

b. *Durch (zum Theil von neuen Verbindungen begleitete chemische Trennungen.*

Wenn ein Körper bei seiner chemischen Verbindung mit einem andern sich positiv elektrisch zeigt, so läßt sich vermuthen, daß er bei seiner Trennung von demselben negative El. annimmt. Doch entsprechen dieser Ansicht nicht völlig die bis jetzt erhaltenen Resultate.

Verbrennt man Papier oder Weingeist, so zeigt sich die Flamme negative, in dem übrigen Papier oder Weingeist positive Elektricität. BECQUEREL.

Beim Zersetzen des kleeausen Silberoxyds durch Hitze (wobei es unter Zischen in Silber und in kohlensaures Gas zerfällt) wird viel El. frei; kleeausen Quecksilberoxydul, kleeausen Kupferoxydammoniak und Howard's Knallsilber geben unter denselben Umständen sehr wenig Elektricität. DÖBEREINER (*Gillb.* 67, 3).

Beim Auflösen von Metallen in Säuren (wobei diese entweder das Wasser oder einen Theil der Säure zersetzen, sich durch Abgabe von deren Sauerstoff in Metalloxyde verwandeln, und mit der übrigen Säure verbinden) zeigt sich meistens positive El. am Metall und negative in der Säure; so bei Auflösung des Kupfers und Zinks in Salpetersäure; dagegen nimmt das Zink bei seiner Auflösung in verdünnter Schwefelsäure negative El. an, und die Säure erscheint positiv. BECQUEREL (*Ann. Chim. Phys.* 26, 176, hatte BECQUEREL das Gegenbeispiel gefunden).

Taucht man daher die 2 Enden eines Kupferdraths, das eine in starke, das andere in schwache Salpetersäure, oder in Ammoniak, welche beide Flüssigkeiten durch Platin verbunden sind, so geht von ersterem Ende positive El. zum andern über. Taucht man die 2 Enden eines Metalldraths nicht zu gleicher Zeit, sondern nach einander in dasselbe mit einer solchen Säure gefüllte Gefäß, welche das Metall aufzulösen fähig ist, so geht die positive El. vom zuerst eingetauchten Ende zum zuletzt eingetauchten über, wofern diese Metalle bei ihrer Auflösung in diesen Säuren positive El. annehmen, weil am zuerst eingetauchten Ende die chemische Wirkung am meisten im Gange ist. Man kann den elektrischen Strom umkehren, wenn man am zuerst eingetauchten Ende die Berührungspunkte mit der Säure vermindert und am andern Ende vermehrt. Taucht man eine schmale und eine breite Zinkplatte in verdünnte Säure, so wird wiederum die breitere Platte positiv, die schmalere negativ. Mehrere dieser Erscheinungen zeigen sich nach OERSTEDT bei concentrirten Säuren umgekehrt, so wie er mehrere Anomalien beobachtete. vgl. OERSTEDT (*Schw.* 33, 163), v. VELIN und BECQUEREL,



Kupfer und Zink durch ein wässriges Alkali oder eine saure Saure getrennt, so zeigt sich das Kupfer positiv, das Zink negativ elektrisch. BECQUEREL.

Schlägt man einen kupfernen Fingerhut platt, befestigt mit Silberkleber die zwischen ihm bleibende Spalte eine Zinkplatte, führt durch diesen zum Fingerhut einen Platindrath, der in einer kurzen Röhre ansehnlich fein ist, und taucht diesen Apparat in verdünnte Schwefelsäure, so zeigt sich im Dunkeln der sehr feine Platindrath hell. (WOLLASTON'S *Fingerhut-Apparat*). Eine Erscheinung, die wohl nicht bloß die durch die Verbindung des Kupfers mit Zink mittelst des Platindrathes hervorgebrachte Berührungselektricität, sondern wohl zugleich die durch die chemische Wirkung der Säure auf das Zink hervorgebrachte El. Theil hat.

Uebergießt man Eisenseile mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure, wobei sich Gase entwickeln, so ist im Rückstand eine El. bemerklich. Dasselbe erfolgt beim Uebergießen von Eisenblech mit verdünnter Schwefelsäure. LAVOISIER u. LAPLACE (*Ann. 1788, 1, 351*).

Bei der Zersetzung des wässrigen salpetersauren Baryts durch Schwefelsäure zeigt sich positive El. in der Schwefelsäure, negativ in salpetersauren Baryt; bei der Zersetzung des wässrigen Bismuts durch Kalihydrat ist ersteres positiv, letzteres negativ elektrisch. Zersetzt man Eisenvitriol durch Gallapfelsaure, so findet sich die negative El. im Vitriol, und das Umgekehrte findet statt bei Zusammenbringen des Eisenvitriols mit blausaurem Eisenoxyd. Bei der Zersetzung des salzsauren Baryts durch Schwefelsäure und des salpetersauren durch schwefelsaures Natron zeigt sich eine schwache, theils gar keine Elektricität. BECQUEREL.

Bringt man zu, mit Wasser gemischtem, Wasserstoffhyperoxyd, so zeigt ein wenig Platin, Gold, Silber und andere Metalle, welche die Entwicklung von Sauerstoffgas aus demselben veranlassen, so zeigt sich negative El. im Metall, positive im Wasser. Bewirkt man durch irgend ein Metalloxyd die Sauerstoffgasentwicklung aus dem Wasserstoffhyperoxyd, so wird dieses mit positiver El. beaufschlagt, und die wässrige Flüssigkeit mit negativer. BECQUEREL.

Läßt man reines Wasser verdampfen, so zeigt sich der Rückstand nicht elektrisch. BECQUEREL, SCHWEIGGER (*Schw. 44, 172*), HILLET (*Bull. Philom. 1825, 100; J. de Chim. med. 1, 346*). Hält es irgend eine Materie gelöst, wenn auch nur in sehr geringer Menge, so zeigt sich im Rückstand bald die eine, bald die andere Elektricität. Es ist demnach nicht die Dampfbildung, wie LAVOISIER u. LAPLACE annahmen, sondern die Trennung des Wassers von der andern Materie, wodurch El. frei wird. Hält man Wasser kohl, Natron, Baryt, Strontian und andere alkalische Substanzen gelöst, so findet sich im Rückstand positive Elektricität. Dagegen das Wasser aus seinen Verbindungen mit Säuren

ren oder Salzen (wie Kochsalz), so enthält der Rückstand Elektrizität (daher aus dem Verdampfen des Seewassers dem nicht ganz reinen Wassers ein großer Theil der atmosphärl. El. abzuleiten ist). **POUILLET.**

*G. Elektrizität, durch den Lebensact hervorgebracht*

Einige Fische, wie *Torpedo unimaculata*, *marmorata* (der Zitteraal) u. *Narke* (der Zitterrochen); *electricus*; *Tetraodon electricus* u. *Gymnotus electricus* (ichthelbauch), vermögen in sich die beiden Elektrizitäten zu einer großen Spannung anzusammeln, und mit derselben elektrische Schläge zu ertheilen. vgl. **HUMBOLDT** (*An. Phys.* 11, 415).

*Voltaische Säule.*

Trennt man 2 mit einander in Berührung stehende Leiter, besonders Metalle a b, wie Kupfer und Zink, durch eine dünne Lage eines schlechten Leiters c, z. B. einer verdünnten Säure (60 Wasser auf 1 Schwefelsäure, Salpetersäure oder sehr verdünnte Salzsäure), Auflösungen verschiedener Salze (Kochsalz, Salmiak, Salpeter, Alaun), Vaseline, Papier, Kleister, Honig, Firnis, Glas, und zwar in regelmäßiger Ordnung von a b c, a b c u. s. f., so erhält man die *Voltaische Säule* im weitern Sinne, oder die *elektrische Säule*. In ihren beiden Enden oder *Polen* finden sich die entgegengesetzten Elektrizitäten vermittlest eines noch hinlänglich erklärten Processes in bei weitem größerer Spannung angehäuft, als zuvor in den 2 Platten einzelnen Metallpaars, und zwar sammelt sich die positive El. in demjenigen Ende an, dessen letztes Plattenpaar das elektronehere Metall zu äußerst hat, und die negative in dem andern Ende, bei dessen letztem Plattenpaar das elektronehere Metall nach außen zu liegt, daher *positiver Pol* und *negativer Pol* und *Kupferpol* dasselbe bedeuten.

Die *Spannung* an den *Polen* hängt von Folgendem ab: je mehr sich die 2 Metalle entgegengesetzt sind, und je größer die Fläche ist, welche bei ihrer einfachen Berührung zeigt, eine größere wird auch die aus ihnen erbaute Säule haben. 2.

Plattenpaare nimmt die Intensität der El. in den Polen nach BOHNENBERGER (*Geb.* 53, 346), SINGER u. A. einfachen geraden Verhältnisse zu, so dass die positive El. an der Zinkpole einer aus 20 Plattenpaaren bestehenden Säule 20-mal so stark ist, als in der Zinkplatte eines einzelnen Plattenpaares; DELEZENNE (*J. Phys.* 83, 269) gefunden haben, dass die Spannung im Quadrate der Zahl der Plattenpaare wächst, so dass ein Paar 400mal so groß ist, als bei 1 Paar. 3. Setzt man einen Pol der Säule mit dem Erdboden durch einen Leitungsdrath, so zeigt sich an ihm keine El. mehr, und die Spannung des andern Pols ist der Spannung nach verdoppelt. Die Menge der sich in den beiden Polen in einer gegebenen Zeit entwickelten El. hängt ab 1. von der Entgegengesetztheit der Pole (wie von dieser auch die Spannung abhängt). 2. Von der Zahl der Platten, jedoch steigt die Menge der El. nicht genau proportional, sondern sie bleibt geringer, weil mit der Zahl der Platten auch der Weg verlängert wird, den die El. zu durchlaufen hat, um zu die Pole zu gelangen. 3. Von der Größe der Platten, auf welcher die Menge der El. in einem einfachen geraden Verhältnisse steht. 4. Von der Natur, Oberfläche und Dicke der Plattenpaare gelagerten schlechteren Leiter, und zwar aus zweierlei Gründen: a. Je leichter dieser schlechtere Leiter von seiner Natur, vermöge geringerer Dicke und vermöge größern Zahl von Berührungspuncten zwischen ihm und den Metallen, die sich in den einzelnen Plattenpaaren entwickeln, hindurchlässt, desto schneller sammeln sie sich an den Polen und erneuern sich, wenn sie von diesen abgeleitet werden. b. In einer Säule mit Zink und Kupfer zugleich in Berührung erfolgt (nach S. 169) eine Strömung der positiven El. vom Kupfer zum Zink; befindet sie sich also zwischen 2 Plattenpaaren der Ordnung: Zink, Kupfer, Säure, Zink, Kupfer, so wird die positive El. vom zweiten Zink zum ersten Kupfer geleitet, und dadurch dessen positivität verstärkt, während umgekehrt die negative sich zum zweiten Kupfer hinzieht. vgl. BECQUEREL (*Ann. Chim. Phys.* 21, 171). Aus diesen beiden Gründen a und b beruht die viel größere Stromstärke der mit Flüssigkeiten, besonders sauren, erbauten Säulen, und die viel geringere der mit trocknen, schlecht oder nicht leitenden Substanzen erzeugten. 5. Von der Temperatur. Nach DESSAIGNES (*Ann. Chim. Phys.* 3, 418) hört die Stromstärke eines einzelnen Plattenpaares, als auch einer Voltaischen Säule beim Erkalten bis zu  $-18^{\circ}$  völlig auf; mit der Temperatur nimmt sie zu, bis sie, in Wasser bis zu  $100^{\circ}$  erhitzt, verschwindet, und sich erst beim Erkalten wieder, und zwar in umgekehrter Richtung, einstellt. Eine Voltaische Säule, welche bei  $+15^{\circ}$  die Zersetzung des Wassers  $22\frac{1}{2}$  Maasse Wasserstoffgas liefert,

werden, beständig abgeleitet. Vermittelt der Elektrisirmaschine sen sich daher diejenigen Wirkungen am stärksten hervorbringen die von der grössern elektrischen Spannung abhängig sind, Durchschlagen von Luft, Glas und andern Isolatoren; vermittelt der Voltaschen Säule, besonders vermittelt der großplattigen Apparate, diejenigen Wirkungen, die auf der Vereinigung großer Mengen von El. in einer gegebenen Zeit beruhen, z. B. hohe Temperatur in den Leitern, in welchen die Verbindung erfolgt, und Zersetzung chemischer Verbindungen.

HARE's *Deflagrator* und *Calorimotor* sind nicht sowohl Voltasche Säulen, sondern vielmehr WOLLASTON's Fingerhutapparat, wobei das Zink den negativen Pol, das Kupfer den positiven darstellt, im Großen ausgeführt. Große zusammenhängende Platten von Zink einerseits und von Kupfer andererseits, nahe an einander liegend, jedoch sich nicht berührend, werden in sauren Flüssigkeiten getaucht. Verbindet man jetzt das Kupfer mit dem Zink mittelst eines leitenden Körpers, so erfolgen die erstaunungswürdigsten Wirkungen; besonders entsteht am Orte der Verbindung höchste Temperatur, welche man überhaupt hervorzubringen vermag.

Vom *Deflagrator* folgende 2 Arten: *Art 1.* Zinkplatten 6 Zoll breit, 9 Zoll lang, Kupferplatten 6 Zoll breit, 1 1/4 Zoll lang, mit einander zu einer Rolle von 2 1/2 Zoll Durchmesser aufgewickelt, daß sie sich nirgends berühren, und daß die Kupferplatten noch die letzte Windung des Zinks ganz umgeben; sämtliche Kupferplatten von 80 solchen Rollen durch Löthung mit einem gemeinschaftlichen Metallstab und hiermit unter sich vereinigt; eben so sämtliche Zinkplatten mit einem andern Stabe. Senkt man diese an einem Hebel aufgehängten Rollen zugleich in 80 runde, verdünnten Säuren gefüllte Gläser, und vereinigt die beiden Metallstäbe mittelst eines 1/4 Zoll dicken Platindrathes, so sieht man diesen augenblicklich; bei der Vereinigung der beiden Elektricitäten mittelst Kohlen erfolgt Weißglühen derselben mit dem leuchtendsten, unerträglichen Lichte. — *Art 2.* 250 Zinkplatten, je 6 Zoll breit, 7 Zoll lang, befinden sich in Kupferkästen, die oben und unten offen sind. Je 50 solcher Paare sind an einem Balken aufgehängt. Jeder Kupferkasten ist vom andern durch Pappendächer getrennt, der mit Schellak-Firniss durchzogen ist. So sind 50 Kupferkästen zu einer gemeinschaftlichen dichten Masse vereinigt. Unter jedem der 5 unbeweglichen Balken befindet sich ein mit dünner Säure gefüllter Trög. Alle 5 Tröge befinden sich auf einer gemeinschaftlichen Fläche, welche auf- und niedergelassen werden kann, so daß beim Erheben der Tröge die Flüssigkeit durch den Zwischenraum zwischen Kupfer und Zink ausfüllt. Wirkungen dieses Apparats sind ähnlich oder noch stärker, als bei *Art 1.*

weh diese Flüssigkeit hindurch, jedoch scheint in ihr nicht die Vereinigung der beiden Elektricitäten zu erfolgen; sondern sie scheinen in Gestalt von ausgebreiteten Strömungen von Polardrath zum entgegengesetzten durch die Flüssigkeit hindurch zu gehen. Taucht man daher in dieselbe die 2 in Platin ausgehenden Enden des Multiplicators, so zeigt die Ablenkung der Magnetnadel an, daß die entgegengesetzten Elektricitäten, die die Flüssigkeit durchströmen, in den Multiplicator übergegangen sind. Die Ablenkung zeigt sich am stärksten, wenn sich die Enden in der geraden Linie zwischen den 2 Polardrathen befinden, und zwar stärker, wenn sie sich dem einen Polardrath nähern, als wenn sie mehr in der Mitte zwischen beiden sind. Uebrigens zeigt sich die Strömung auch weit von dieser geraden Linie zwischen den beiden Polardrathen, in großen Massen Flüssigkeit, gegen 1 Fuß davon entfernt, oder um so entfernter, ein je schlechterer Leiter die Flüssigkeit ist. De la Rive.

Wenn man mittelst der Verbindung beider Pole durch einen vollkommenen Leiter die Vereinigung der in denselben angesammelten Elektricitäten bewirkt, und hebt dann diese Verbindung wieder auf, so kehren die 2 Elektricitäten in den Polen der Säule bald wieder zu ihrer vorigen Spannung an. Dies erfolgt bei Säulen aus Halbleitern fast augenblicklich, bei Säulen mit trocknem Aggam. Bleiben die Pole der Säule mittelst eines Leiters in Verbindung, so tritt durch denselben immerwährend diejenige positive und negative El., welche sich in der Säule erzeugt, wieder mit einander in Verbindung. Die Menge der Elektricität, welche sich in einer gegebenen Zeit auf diese Art ausströmt, hängt von den oben angegebenen Ursachen ab.

Der Unterschied zwischen den Wirkungen der Voltaischen Säule und der Elektrisirmaschine liegt in folgenden 3 Puncten: 1. Letztere kann man leicht in einem Körper von geringem Umfange eine große Menge von El. anhäufen, so daß diese eine große Spannung, oder ein großes Bestreben, sich auszugleichen, besitzt, und daher, wie Luft u. s. w., in Gestalt von Funken durchschlägt.

Da die Spannung der El., die sich bei der Berührung der Metalle entwickelt, so höchst gering ist, so tritt nach Cuvier erst bei einer Säule, welche aus 1250 Plattenpaaren von Kupfer besteht, der Punct ein, wo die Spannung der sich in den anammehenden Elektricitäten hinreichend groß ist, dass wenn man die 2 Pole mit 2 Platindrathen in Verbindung setzt, die Spitzen endigen, und diese Spitzen bis auf  $\frac{1}{30}$  Zoll nahe dazwischen liegende Luftschicht in Gestalt eines Funkens durchschlägt. 2. Dagegen heftet, in einer gegebenen Zeit, eine Voltaische Säule bei weitem mehr El., als eine große Elektrisirmaschine, wenn man die Elektricitäten, so wie sie erzeugt



bestreut worden ist. Da die Plattenzahl leicht auf einige gebracht werden kann, so zeigen ihre Pole hinreichende Spannung, um Funken zu geben; wegen der schlechten des trockenen Papiers jedoch sammelt sich die El. nur langsam in den Polen nach ihrer Entladung an, daher die Wirkungen derselben sehr schwach sind. Doch bewirken Säulen, wenn sie aus größeren Platten erbaut sind, nach BERGER, noch die Zersetzung des Wassers.

Eine kräftige Säule, welche nur *einen* festen Leiter erhält man, wenn man auf einander folgen läßt: Kupfer, ser gelöste Kalischwefelleber, in Wasser gelöstes Kochsalz, dünnte Salpetersäure, — dann wieder Kupfer u. s. f. D

Schneidet man aus dünnem Metallblech Quadrate, wie einem langen dünnen Schwanz versehen sind, und bringt sie ungefähr 30 neben einander gestellte mit Wasser gefüllte U so, daß das Quadrat in das eine Uhr glas, der daran hängen in das folgende kömmt, und also jedes Uhr glas, mit des ersten und letzten, ein Quadrat und eine Spitze von verschiedenen Metallstücken enthalten, so erhält man ZAMBONI's *Elementen bestehende Säule*. Bei Anwendung von Zinnblech ist nach ZAMBONI das erste Uhr glas, in welches Quadrat taucht, oder der Pol, gegen welchen hin die gerichtet sind, negativ, und das letzte Uhr glas, in welches Schwanz taucht, oder der Pol, gegen welchen hin die gerichtet sind, positiv; bei Kupferblech verhält es sich umgekehrt. ERMAN fand dagegen, daß bei Zinnblech Uhr glas positive, das letzte negative El. zeigte, und bei Silber umgekehrt. Diese Elektricität dauert jedoch selbst bei Silber, welches sich nicht oxydirt, nur ein Paar Tage; hierauf kann durch Auflösen von Kochsalz in Wasser wieder hervorgerufen nur für eine noch kürzere Zeit. Häuft man Scheiben nanntem Goldpapier oder Silberpapier für sich auf ein zeigen die beiden Enden dieser Säule entgegengesetzte Elektricitäten und zwar ist nach ERMAN der metallische Pol positiv, der pol negativ. Die Erklärung dieser Phänomene, ob sie von Berührung, oder zugleich von chemischer Wirkung abhängen u. s. w., ist noch nicht gegeben.

## II. Einwirkung der Elektricität auf die chemische Natur wägbaren Stoffe.

### 1. Verbindungen, durch Einwirkung der Elektricität hervorgerufen.

Das Zusammentreten der beiden Elektricitäten bewirkt häufig Verbindung der am Vereinigungsort befindlichen Stoffe.



Hierher gehört die Entzündung des mit Sauerstoffgas gemeng-  
Wasserstoffgases und anderer brennbarer Gasarten, dergleichen  
Entzündung eines Gemenges aus Chlor- u. Wasserstoffgas durch  
einfachen elektrischen Funken; die Entzündung von Weingeist,  
u. Colophonium, Schießpulver durch geringere elektrische  
Schläge und zum Theil schon durch den einfachen elektrischen  
Funken; die Verbrennung verschiedener, in feinen Dräthen oder  
in der Vereinigung bewirkender Metalle und der Kohle durch  
elektrische Schläge oder durch die galvanische Säule; und  
die Vereinigung des Stickstoffs mit dem Sauerstoff, indem man län-  
gere Zeit durch ein Gemenge beider Gasarten den elektrischen  
Funken schlagen läßt.

In den meisten dieser Fälle scheint die Elektricität durch  
Reibentwikelung, die sich beim Zusammentreffen ihrer  
entgegengesetzten Arten einstellt, zu wirken; bei der  
Vereinigung des Stickstoffs mit dem Sauerstoff muß sie je-  
doch auch auf eine andere Weise wirken, da Wärmeerhö-  
hung diese Vereinigung nicht hervorbringt; und man darf  
so wie bei der Entzündung des Wasserstoffgases durch  
kleinen elektrischen Funken, wirklich auch die Com-  
bination berücksichtigen, welche die Gasarten durch den hin-  
übergehenden elektrischen Funken erleiden.

*Trennungen, durch Einwirkung der Elektricität hervorgebracht.*

Wird die Vereinigung der beiden Elektricitäten durch  
zusammengesetzten festen, liquiden oder elastisch-flüs-  
sigen Körper vermittelt, welcher kein vollkommener Leiter  
ist, wird derselbe häufig in seine Bestandtheile zerlegt.

*1. Zersetzungen durch wiederholte elektrische Schläge.*

Sind die sich vereinigenden Elektricitäten mit großer  
Kraft begabt, und geht ihre Vereinigung in Gestalt ei-  
nes Funken wiederholt in einem zusammengesetzten Gase  
an einem zusammengesetzten festen Körper vor sich,  
so folgt oft eine Zersetzung. Diese mag zum Theil von  
der hohen Temperatur des elektrischen Schlages abzuleiten

da manche dieser Zersetzungen auch durch Wärme  
hervorgebracht werden, doch ist dieses nicht allgemein der

Wiederholte Schläge aus der gewöhnlichen elektrischen Batterie zersetzen das rothe Quecksilberoxyd in Quecksilber und Sauerstoffgas. So zersetzen fortgesetzte Schläge aus einer gewöhnlichen Batterie oder einfache elektrische Funken das kohlensaure Gas in Sauerstoffgas und Kohlenoxydgas, das ölerzeugende und Kohlenwasserstoffgas in Kohle und Wasserstoffgas, eben so auch das Phosphor- und Schwefel-Wasserstoffgas, das hydriodsaure, salzsaure Ammoniak-Gas in Phosphor, Schwefel, Iod, Chlorgas und Stickstoffgas einerseits und in Wasserstoffgas andererseits.

### *B. Zersetzungen durch ununterbrochene elektrische Entladung*

Begeben sich die entgegengesetzten Elektricitäten zwischen zwei Leiter in eine Flüssigkeit, welche hinreichend leitet, daß durch dieselbe hindurch keine stoßweise Vereinigung in Gestalt von Funken, sondern eine ununterbrochene Zersetzung stattfindet, so erfolgt häufig Zersetzung, und zwar auf folgende Art, daß sich gewisse Bestandtheile da, wo die eine Elektricität die Flüssigkeit übertritt, und die übrigen am anderen Leiter absetzen.

Es zeigen sich durch die El. zersetzbar: Wasser und bei Gegenwart von Wasser, viele Säuren, Ammoniak, die meisten Metalloxyde, Iodmetalle, Chlormetalle, Salze und Verbindungen organischer Stoffe.

Die Stärke der Zersetzung hängt ab: 1. von der Menge der El., welche den Leitern zugeführt wird; 2. von der Oberfläche, welche die Leiter der zu zersetzenden Flüssigkeit darbieten; 3. von der Natur der Flüssigkeit.

Zu 1. Da eine Voltaische Säule in einer gegebenen Zeit mehr El. erzeugt (wofür diese beständig von den Polen abgeleitet wird), als eine Elektrisirmaschine, so zeigt erstere die Zersetzungen bei weitem am auffallendsten, und zwar in um so höherem Grade, je mehr sie El. liefert, also vorzüglich, je größer die Säule ist. Soll durch Reibungselektricität Zersetzung bewirkt werden, so muß dieselbe, sie komme von den 2 Belegen einer elektrischen Batterie, oder vom Conductor einerseits und vom Reibstein oder Erdboden andererseits, nur an einem sehr kleinen Pol, der 2 Leiter in die Flüssigkeit überströmen, und auf diese Weise in hinreichender Menge auf diese einwirken. WOLLASTON schob feine Silber- oder Gold-Dräthe in Siegellack oder Glas ein, daß bloß die äußerste Spitze derselben mit der Flüssigkeit in Berührung kam. Auf diese Weise zersetzte er Wasser, und in W

des schwefelsauren Kupferoxyd, und DAVY beobachtete so die Zersetzung des schwefelsauren Kali's, daher zu vermuthen ist, daß auch durch die Volta'sche Säule zersetzbare Körper auch durch die EL. würden zersetzt werden können, wenn man sie in der Menge einwirken ließe. Bei der Zersetzung des Wassers durch Reibungselektricität bemerkte WOLLASTON, daß sich aus jedem 2 Drathe Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zugleich entwickelten, eine wohl von der größern Spannung derselben abhängende Verschiedenheit.

Die Zersetzung erfolgt bei der Volta'schen Säule nach dem Grade, um so reichlicher, je mehr Oberfläche die Polardräthe darbieten; Polardräthe, welche so weit als möglich in die Flüssigkeit hineinragen, und in Gestalt einer Platte das ganze Gefäß bedecken, bewirken die stärkste Zersetzung.

Je schlechter die Flüssigkeit die EL. leitet, um so unvollständiger ist die Zersetzung. Ganz reines Wasser ist durch die Volta'sche Säule entweder gar nicht zersetzbar, oder nur bei einer sehr großen Plattenpaare und damit vermehrter Spannung der EL. Je mehr man irgend ein Salz oder eine Saure zum Wasser zusetzt, und es hierdurch leitender macht, um so mehr Wasserstoff- und Sauerstoffgas entwickelt sich aus demselben.

Welchem Pole die abgetrennten Bestandtheile erscheinen, hängt in genauem Zusammenhange mit ihrer chemischen Natur zu stehen, und mit der Art der EL., die sie bei wechselseitiger Berührung annehmen; und zwar so, daß ein Stoff a, mit einem Stoffe b in Berührung gesetzt, wenn a positiv elektrisch wird, derselbe aus der Verbindung am negativen Pole abgeschieden wird, während der mit a negativ elektrisch werdende Stoff b sich am positiven Pole ansammelt. Es kann sich also a bald am positiven, bald am negativen Pole abscheiden, je nachdem b im Vergleich mit a elektronegativer oder elektropositiver ist, als a.

Sauerstoff und das Chlor scheiden sich immer am positiven Pole ab; alle übrigen Stoffe, wenn sie mit einem der erwähnten verbunden waren, am negativen; sind sie aber unter einander verbunden, so wird im Allgemeinen derjenige Stoff am positiven Pole abgeschieden, welcher die geringste Affinität gegen Sauerstoff und Chlor besitzt, und welcher diesen Stoffen in seinen chemischen Verbindungen am ähnlichsten ist. Iod, mit Chlor verbunden, scheidet sich am negativen; Iod, mit irgend einem andern Körper, außer Sauerstoff und Chlor verbunden, am positiven Pole. Man könnte vielleicht, wenn die gesammelten Thatsachen hierzu hinreichen,

sämmtliche einfache Stoffe in einer Reihe auführen, je nach Verhalten zwischen den beiden elektrischen Polen, in welcher lich ein Glied, mit dem vorhergehenden verbunden, am negativen mit dem folgenden verbunden, am positiven Pole abgeschlossen würde. BERZELIUS bestimmt vermuthungsweise ihre Ordnungsgendermaassen: a. *Elektronegative*: Sauerstoff, Schwefel, Stickstoff, Salzsäure-Radical, Flußsäure-Radical \*), Phosphor, Selen, Arsen, Nik, Molybdän, Chrom, Scheel, Boron, Kohlenstoff, Antimon, Vanadium, Tantal, Titan, Silicium, Osmium, Wasserstoff. — b. *In der Mitte stehende*: Gold, Iridium, Rhodium, Platin, Palladium, Quecksilber, Silber, Kupfer, Nickel, Kobalt, Wismuth, Zinn, Zirkon, Blei, Cerium, Uran, Eisen, Cadmium, Zink, Mangan. — c. *Electropositive*: Alumium, Yttrium, Glycium, Magnium, Calcium, Strontium, Baryum, Natrium, Kalium. Diese Ordnung ist nach dem nicht erwiesenen Grundsatz aufgestellt, daß die Stoffe für sich desto eher am positiven Pole frei werden, je eher die Verbindungen derselben mit Sauerstoff am positiven Pole ausgeschieden werden, und je mehr diese Verbindungen saurer Natur sind, und umgekehrt, daß die Stoffe für sich desto eher am negativen Pole ausgesetzt werden, je eher die Verbindungen derselben mit Säuren am negativen Pole ausgeschieden werden, und je mehr alkalischer basischer Natur diese Verbindungen sind. Da jedoch derselbe Stoff je nachdem er sich mit mehr oder weniger Sauerstoff verbindet bald eine mehr negative, bald eine mehr positive Verbindung erzeugt, so bleibt die Anordnung sehr schwankend.

Bestehen die der Einwirkung der El. ausgesetzten Verbindungen aus näheren und entfernteren Bestandtheilen, werden sie theils bloß in die näheren zersetzt, theils auch in die entferntern, und zwar vorzüglich in dem Falle, wenn die Affinität zwischen den entfernteren Bestandtheilen sehr groÙe, oder auch, wenn nur wenig Wasser im Spiel

---

\*) s. BERZELIUS'S frühere Hypothese über die Zusammensetzung der Salzsäure und Flußsäure am Ende des Kapitels: Chlor und Fluor.

ungen, d. durch ische Säule zer- st werden.	Am + Pol erscheinende Bestandtheile.	Am — Pol erscheinende Bestandtheile.
. . . . .	Sauerstoffgas . . . . .	Wasserstoffgas.
Phosphorsäure	Sauerstoffgas . . . . .	Phosphor.
rirte Schwefels.	Sauerstoffgas . . . . .	Flocken von Schwefel.
Hydriodsaure	Iod . . . . .	Wasserstoffgas.
Salzsaure .	Chlor . . . . .	Wasserstoffgas.
saure . . . . .	Sauerstoffgas . . . . .	Stickgas.
wässr. Ammoniak	Stickgas . . . . .	Wasserstoffgas.
ne . . . . .	Cyan . . . . .	Wasserstoffgas.
aus Ammoniak,		
Wasser . . . . .	Sauerstoffgas u. Chlor	Wasserstoffg. u. Ammon.
leicht, schwach be-		
st . . . . .	Sauerstoffgas . . . . .	Wasserstoffg. u. Kalium.
andere schwach		
Metalloxyde	Sauerstoffgas . . . . .	Wasserstoffg. u. Metalle.
saures Kali,		
Wasser . . . . .	Sauerstoffgas u. Schwe- felsäure . . . . .	Wasserstoffgas u. Kali.
Natron, in Wass.	Sauerstoffgas u. Chlor	Wasserstoffg. u. Natron.
sch. Zinkoxyd, in		
Wasser . . . . .	Sauerstoffgas u. Schwe- felsäure . . . . .	Zink.
aus Zinnoxidul	Sauerstoffgas u. Chlor	Zinn.
sch. Bleioxyd, in		
Wasser . . . . .	Sauerstoffgas, Bleihyper- oxyd u. Salpetersäure	Blei.
sch. Kupferoxyd,		
Wasser . . . . .	Sauerstoffgas u. Schwe- felsäure . . . . .	Kupfer.
andere schwere		
Salze, in Wasser	Sauerstoffgas u. Säure	Metall.

uert die Einwirkung der Säule auf in Wasser gelöste  
lange genug, so ist am Ende, wenn die Leitung nicht  
rochen ist, die Verbindung vollkommen zersetzt.

nicht der eine Polardrath in eine andere Flüssigkeit,  
andere, so erfolgt ebenfalls Zersetzung, und zwar  
sich die elektronegativen Bestandtheile beider Flüs-  
en am positiven, die elektropositiven am negativen Pole  
nehmen. Tauchen dagegen die 2 Polardrätze in dieselbe  
igkeit, die durch eine Schicht einer andern Flüssigkeit  
heile getheilt ist, so sammeln sich an den Polen bloß  
bestandtheile der ersteren an.

illt man zwei Schalen von Achat oder Gold mit der Auflö-  
gend eines Salzes in Wasser, verbindet die Schalen durch  
ichteten Amiant, und läßt nun in die eine Schale den po-

positiven, in die andere den negativen Drath der Voltaschen Sa-  
gehen, so findet sich zuletzt die reine Säure in der positiven,  
reine Basis oder ihr Metall in der negativen Schale. Dasselbe  
sich, wenn die Salzauflösung sich nur in der positiven oder  
in der negativen Schale befindet, während die andere bloß  
Wasser enthält; selbst Metalle lassen sich auf diese Weise  
führen. Befindet sich die Salzauflösung in der positiven Schale,  
einer mittleren eine wässerige Säure und in der negativen  
Wasser, so sammelt sich die Basis der Ammoniak-, Kali-,  
Baryt-, Strontian-, Kalk- und Bittererdesalze dennoch nach  
ger Zeit in der negativen Schale an, wenn sie nicht ein unlös-  
liches Salz mit der im mittlern Gefäße enthaltenen Säure  
Eben so gelangt die Säure einer Salzauflösung, die sich in der  
negativen Schale befindet, dennoch in die positive, ob sie gleich  
eine mittlere Schale hindurch muß, welche wässeriges Am-  
Kali oder Natron enthält. DAVY.

Trennt man eine Auflösung von schwefelsaurem Kali  
eine Schicht Wasser von einer Auflösung von salzsaurem Am-  
niak, leitet in erstere Flüssigkeit die negative El., in letztere  
positive, so sammelt sich in ersterer gleichzeitig Kali und Am-  
niak, in letzterer Schwefelsäure und Salzsäure. HISINGER u.  
ZELIUS.

Stellt man mittelst 2 senkrechter Blasen 3 Abtheilungen  
gießt in die 2 äußeren salzsaures Ammoniak, in die mittlere  
vitriol, beide in Wasser gelöst, so sammeln sich an den  
Polen bloß die Bestandtheile des salzsauren Ammoniaks; be-  
sich dagegen dieses Salz in der mittleren Abtheilung, und der  
vitriol in den 2 äußeren, so scheiden sich bloß die Bestandtheile  
letzteren Salzes an den Polen ab. Sind die 3 Abtheilungen  
eingerrichtet, daß man die Zu- oder Abnahme der darin ent-  
nen Flüssigkeiten bemerken kann, und füllt man alle 3 mit  
Auflösung von kohlsaurem Kali oder von Kochsalz, so zeigt  
bloß in der positiven Abtheilung eine Abnahme, weil die sich  
abscheidenden Säuren in Gasgestalt entweichen. Enthalten die  
die 3 Abtheilungen eine Lösung von Bleizucker, so zeigt sich  
nahme in der negativen Abtheilung, weil das sich hier absetzt  
Blei dem zersetzten Bleizucker an Umfang nicht gleich kommt.  
LA RIVE.

Auch feste, nicht in Wasser lösliche Verbindungen  
durch die El. zersetzbar, wenn sie einen oder mehrere  
Wasser lösliche Bestandtheile enthalten, und, mit Wa-  
befeuchtet, in die elektrische Kette gebracht werden.

Vereinigt man 2 mit Wasser gefüllte Gypsbecher durch  
sen, in das Wasser beider Becher tauchenden Fasergyps, und



in jeden derselben einen Pol der Säule, so sammelt sich in positiven Schale Schwefelsäure, und in der negativen entsteht Wasser. Befunden sich 2 aus Cölestin, Schwerspath oder Flußspath verfertigte Becher in einer mit Wasser gefüllten Platinschale, bringt man die Polardräthe in die Becher, so erfolgt ebenfalls Zersetzung dieser Substanzen in Säure und Salzbasis, jedoch langsam. Setzt sich das Wasser, welches in den Kreis der Voltaischen Säule gebracht wird, in einem Glasgefäße, so wird dieses matt, an dem negativen Drahte sammelt sich Natron. Auch aus Basalt kann unter ähnlichen Umständen Alkali frei gemacht. DAVY.

Leitet man die 2 Polardräthe in eine Flüssigkeit, welche ein Metall in 2 Hälften getheilt ist, so daß die Elektricität dieses Metall hindurch muß, um von einem Pole zum andern zu gelangen, so erfolgt die Zersetzung nicht bloß an den 2 Polardräthen, sondern zugleich an den 2 Seiten des die Flüssigkeit trennenden Metalls, so daß sich an seiner dem negativen Pole zugekehrten Seite dieselben Stoffe entwickeln, wie am positiven Polardrahte, und an der andern Seite die des negativen Drahts. Auch wenn eine Flüssigkeit mehrmals durch Metalle unterbrochen ist, so wirken die 2 zwischen der Flüssigkeit abtheilenden Metallstücke immer wie die Pole der Voltaischen Säule, so daß die Zersetzung an vielen Puncten zugleich statt findet, und auch im Verlaufe vermehrt wird.

Nach DE LA RIVE entwickelt sich an den beiden Polardräthen einer starken Voltaischen Säule, welche in eine Salzlösung getaucht sind, gleichviel Gas, die Flüssigkeit sey zusammenhängend, durch 1 bis 3 Platinplatten in 2 bis 4 Theile getrennt, in der äußersten die Polardräthe die El. überführen, und die Gasentwicklung von den 3 Platinplatten beträgt im Ganzen oft 2mal so viel, wie die von den 2 Polardräthen. Diese Gasentwicklung geschieht auf der ganzen Oberfläche einer solchen scheidenden Platte, selbst wenn sie beinahe 1 Fuß lang ist, und die Polardräthe nur 3 Zoll von der Platte entfernt sind. Trennt eine solche Scheidewand die Flüssigkeit nicht vollständig, so ist die Gasentwicklung an derselben geringer, weil, wie es scheint, ein Theil der elektrischen Strömung, ohne erst in das scheidende Metall überzugehen, sich um dasselbe herum, da, wo der Zusammenhang der Flüssigkeit noch statt findet, von einem Pole zum andern begiebt. Ist die Lösung nicht durch Metallplatten, sondern durch Metalldräthe getrennt, so zeigt sich an diesen bei weitem geringere Gasent-

wicklung, ohne Zweifel wegen der geringeren Oberfläche, welche die Flüssigkeit darbieten. — Ist die Säule schwach, entweder ursprünglich, oder durch längeres Stehen, so zeigt sich an den Polardrathen weniger Gasentwicklung, sobald Scheidewände in die Flüssigkeit gebracht werden. Setzt man den einen Polardrath, bevor er in die Flüssigkeit übergeht, mit einem Multiplicator in Verbindung, und beurtheilt die Stärke der elektrischen Strömung durch die Abweichung der Magnetnadel, so findet sich, daß im Anfang wo die Wirkung der Säule am stärksten auf die Magnetnadel wirkt, dieselbe durch Anbringung von Scheidewänden am wenigsten geschwächt wird, und um so mehr, je mehr die Wirkung der Säule mit der Länge der Zeit abgenommen hat. Schwächt man die Wirkung einer stärkern Säule durch Anbringung mehrerer Scheidewände bis zu dem Punkte, daß ihre Wirkung jetzt nur noch der schwächern Säule gleich kommt, so wird die Wirkung der stärkern bei weitem mehr geschwächt durch Anbringung einer Scheidewand in der Flüssigkeit, als wenn man bei der stärkern, mehrere Scheidewände geschwächten, Säule eine Scheidewand weiter hinzufügt. Die Wirkung der Säule wird mehr geschwächt durch eine Scheidewand von Kupfer, als von Zink, und noch mehr durch eine Scheidewand von Platin. DE LA RIVE.

Aus je weniger Plattenpaaren eine Säule besteht, auch wenn diese sehr groß sind, um so mehr wird ihre elektromagnetische Wirkung durch eine in die Flüssigkeit gebrachte scheidende Zinnplatte geschwächt. Diese Erscheinungen findet DE LA RIVE denen der strahlenden Wärme ähnlich, welche, wenn sie durch eine Glasplatte gedrungen ist, jetzt beim Durchstrahlen durch eine zweite einen verhältnißsweise geringern Verlust erleidet, als das erste (S. 106); so verliert auch hier diejenige elektrische Strömung wenigstens von ihrer Kraft, welche bereits durch die vielen Metallplatten hindurchgegangen ist.

Ist eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd in Wasser durch ein Glas, welches einen feinen Sprung hat, in 2 Hälften geschieden, und leitet man in jede derselben einen Polardrath, pflanzt sich die El. durch den Sprung fort, und es erfolgt Zersetzung, wiewohl langsam, und zwar so, daß sich am positiven Drath und an der dem negativen Drathe zugekehrten Seite des Sprungs Sauerstoffgas entwickelt (wobei sich am positiven Drath auch Wasserhyperoxyd absetzt), während am negativen Drath und an der dem positiven Drathe zugekehrten Seite des Risses (ohne Wasserstoffgasentwicklung) Silber reducirt wird. Der Sprung verhält sich gleichsam als fester Leiter, durch welchen hindurch die Zersetzung der Flüssigkeit, oder die Fortführung der abgeschiedenen Bestandtheile wegen zu großer Enge nicht statt haben kann. GRAHNESS (Schw. 28, 215).

Wenn die Leiter, welche die beiden Elektricitäten in die zerlegende Flüssigkeit überführen, Affinität gegen die haben, welche auf ihrer Seite abgeschieden werden, so werden sich neue Verbindungen zwischen dem Leiter und einer oder mehreren auf derselben Seite abgeschiedenen bilden.

So z. B. der positive Leiter ein leicht mit Sauerstoff verbindbares Metall, so oxydirt sich dieses, und es entwickelt sich kein oder wenig Sauerstoffgas; sondern es scheidet sich zugleich eine Säure am negativen Pole ab, so löst sich das aus dem Leiter erzeugte Metalloxyd häufig darin auf. Das sich am positiven Pole abscheidende Chlor bildet mit dem metallischen Leiter ein Chlormetall, das sich in der Flüssigkeit auflöst. Eben so verbindet sich zuweilen der negative Leiter mit den sich daselbst absetzenden Stoffen; das Tellur mit dem Wasserstoff; das Quecksilber mit Kalium, Natrium, Lithium, Strontium, Calcium, mit Ammoniak und Wasserstoff zu Verbindungen u. s. w.

Ähnliche Zersetzungen, wie die Voltaische Säule, besteht auch häufig eine sogenannte *einfache galvanische Kette*, aus einem einzigen Paar von 2 heterogenen Metallstücken, welche mit einander in Berührung, sich entweder in derselben zerlegenden Flüssigkeit befinden, oder in 2 verschiedenen Flüssigkeiten, die jedoch entweder nur durch eine Glasröhre oder andere poröse Materie, oder durch einen Leiter vereinigt seyn müssen. In den meisten dieser Fälle würde zwar schon durch das eine dieser Metalle auf chemischem Wege dieselbe Zersetzung hervorgebracht werden; dieselbe erfolgt jedoch bei Gegenwart des zweiten Metalls rascher, und das Zersetzungsproduct, statt sich an dem zersetzenden Metall anzulegen, legt sich größtentheils an das andere, elektronegativere.

Zink, in sehr verdünnter Schwefelsäure befindlich, löst sich, die Zersetzung des Wassers, für sich viel langsamer auf, als in Berührung mit Platin, an welches sich dann die Wasserstoffgasbläschen anlagern. — Aus schwefelsaurem Zinkoxyd setzt sich nach dem Einlegen an Kupfer, welches mit Zink in Berührung ist, Zink aus salpetersaurem Kupferoxyd an Silber, welches mit Zink in Berührung ist, Kupfer. Aus essigsaurem Bleioxyd, in Wasser gelöst, setzt sich das Blei auf Gold, Silber oder Blei ab, wenn sich eines dieser Metalle in Berührung mit Zink, Zinn oder

Eisen befindet. — So schlägt sich auch das Kupfer aus der *fervitriola*-Lösung, das Quecksilber aus der Sublimatlösung auf Gold oder Silber nieder, wenn diese mit verschiedenen elektropositiven Metallen, wie Zink, Zinn, Blei, Eisen oder Kupfer, in Verbindung stehen. — Bringt man in, auf einer Glasscheibe vertheilte Silberauflösung einerseits einen Zinn-, oder Kupfer-, und anderseits einen Silber-, Gold- oder Platindrath, so setzt sich das dendritische Silber statt ans Zinn oder Kupfer, an das Silber, Gold oder Platin, so wie beide Dräthe vereinigt werden. — Auch eine jede dendritische Fällung (S. 57), z. B. die des Silbers aus Kupfer, aus der Wirkung einer einfachen galvanischen Kette, erklären, sofern das zuerst sich ans Kupfer absetzende Silber in Berührung mit demselben negativ elektrisch, und so der Anknüpfungspunct für das fernerhin sich abscheidende Silber wird.

Befindet sich ein Metall in einer Flüssigkeit, welche für dasselbe zu oxydiren und aufzulösen, steht es jedoch zugleich mit einem elektropositivern Metall in Berührung, so ist die oxydierende und auflösende Wirkung der Flüssigkeit bloß auf dieses gerichtet, und zwar in höherem Maasse, als wenn sich das elektropositivere Metall für sich in dieser Flüssigkeit befände; denn es bildet den positiven Pol, an welchem sich Sauerstoff und Säure absetzt, das elektropositivere Metall dagegen bildet den negativen Pol, an welchem sich Stoffe absetzen, die es nicht auflösen, wie Wasserstoff, Kupfer- und Zinnmetalle. Hierauf gründet sich DAVY's Entdeckung, den Kupferschlag der Schiffe durch Anbringung von Zink- oder Eisen vor der zersessenden Einwirkung des Seewassers zu schützen; gleichen die Erfahrung, daß Zinn in Berührung mit Kupfer (verzinntes Kupfer) und Eisen in Berührung mit Zinn (im Zinnblech) sich, wenn beide Metalle sich zugleich mit einer Flüssigkeit in Berührung befinden, schneller oxydiren, als wenn sie sich einzeln darin befinden.

Mit diesen Wirkungen der aus 2 Metallen und einer Flüssigkeit bestehenden einfachen galvanischen Kette verwandt die Wirkungen der *Buchholzischen Kette*, oder jenen einfachen galvanischen Kette, welche aus nur einem festen Leiter und 2 Flüssigkeiten besteht.

Uebergießt man eine concentrirte wässrige Lösung von saurem Zinnoxidul, die etwas freie Salzsäure hält, mit Wasser und taucht ein Zinnstück so ein, daß sich dasselbe sowohl in der obern wässrigen Schicht, als in der darunter befindlichen Zinnlösung befindet, so löst sich von diesem in der untern Flüssigkeit Zinn auf, während sich da, wo die Zinnlösung das Wasser rührt, Zinn aus der Lösung an das Zinnstück krystallisch absetzt. BUCHOLZ (*A. Gehl.* 3, 324 u. 423). Enthält dagegen die Z

keine freie Säure, so erfolgt einige Auflösung von Zinn an der Gränze zwischen Wasser und Zinnlösung, und es scheidet sich an dem untern Theile des Zinnstücks ab. RITTER (*A. Gehl.* 253; *N. Gehl.* 1, 427). — Taucht ein Kupferstab in die 2 einander liegenden Schichten von gesättigtem salpetersaurem Kupferoxyd und von Wasser, so erfolgt an seinem oberen Theile Oxidation, an seinem untern Theile Absatz metallischen Kupfers, besonders stark, wenn dem Wasser wenig Salpetersäure zugefügt ist. Eben so verhält sich wässriges schwefelsaures Kupferoxyd und Schwefelsäure haltendes Wasser darüber. — So setzt man einen Silberstreifen, der unten in neutralem salpetersaurem Kupferoxyd, oben in, mit wenig Salpetersäure versetztem, Wasser in Berührung ist, Silber an den untern Theil, während sich der obere Theil auflöst. — An einen Bleistreifen, der unten mit wässrigem salpetersaurem Bleioxyd und oben mit Wasser oder Salpetersäure haltendem Wasser, oder unten mit wässrigem Bleizucker und oben mit Wasser in Berührung ist, setzt sich immer unten metallisches Blei an, während er oben zerfressen wird. — An einem Zinkstab, der unten in wässrigem salzsauren Zinkoxyd, oben in Wasser steht, setzt sich metallisches Zink an den untern Theil an. — In allen diesen Fällen zeigt sich an dem Metallstabe zwischen dem Orte, wo er in die Flüssigkeit taucht, und dem Orte, wo sich Metall auf ihm niedersetzt, eine kleine Strecke, wo er unverändert erscheint. BUCHOLZ (*N. Gehl.* 5, 127). — Es scheint demnach das Metall in Berührung mit derjenigen Flüssigkeit, welche am stärksten oxydirend auf dasselbe einwirkt, positiv elektrisch zu werden, in Berührung mit der andern Flüssigkeit negativ, und sich also an ersterer Stelle aufzulösen, während an letzterer Metall abgesetzt wird.

Auf welche Weise die Elektricitäten selbst die größten Verbindungen ponderabler Stoffe untereinander aufheben, hievon lassen sich nur Vermuthungen aufstellen.

Man kann sich vorstellen, daß die Stoffe, wenn sie aus Verbindungen wieder abgeschieden werden sollen, eine bestimmten Menge von Elektricität zu ihrem Wesen bedürfen, die sie, nach der elektrochemischen Theorie, bei ihrer Vereinigung in Gestalt von Feuer verloren hatten; daß B. der im Wasser enthaltene Sauerstoff nur in Verbindung mit positiver Elektricität abgesondert erscheinen kann, und Wasserstoff des Wassers nur in Verbindung mit negativer Elektricität; daß, wenn diese zwei Elektricitäten gleichzeitig mit einer gewissen Intensität aufs Wasser wirken, die Wirkung der positiven Elektricität zum Sauerstoff, nebst der

Affinität der negativen Elektricität zum Wasserstoff grösser ist, als die Affinität des Wasserstoffs zum Sauerstoff, der beiden Elektricitäten, die durch einen schlechten Leiter getrennt sind, zu einander; dafs es endlich dieselbe Beweismethode habe, wenn man statt Sauerstoff Chlor, statt Wasserstoff einen andern brennbaren Körper setzt, oder statt Sauerstoff und Wasserstoff eine Säure und eine salzfähige Base bildet.

Oder: Der Sauerstoff ist an und für sich positiv elektrisch, wird deshalb von der negativen El. bei ihrem Eintritt in die Flüssigkeit gebunden und bis an den positiven Drath übergeführt, und umgekehrt verhält sich die negative El. gegen den Wasserstoff. DE LA RIVE.

Oder man kann umgekehrt annehmen, der Wasserstoff verbinde sich am positiven Pole mit der positiven Elektricität, der Sauerstoff am negativen mit der negativen; sie werden alsdann von den gleichnamigen Polen abgestossen, von den ungleichnamigen angezogen, und erscheinen in freier Gestalt erst an den entgegengesetzten Polen. Dies ist umgekehrt die Ansicht von GROTHUSS.

Oder man kann sich vorstellen, der Sauerstoff des Wassers sey schon an und für sich, ohne erst Elektricität in sich aufzunehmen, elektrisch negativer Natur, werde daher vom negativen Pole abgestossen, vom positiven angezogen, und umgekehrt verhalte es sich mit dem Wasserstoff des Wassers.

Nach den 2 erstern Ansichten wäre der Sauerstoff der elektronegativste und der Wasserstoff ein sehr elektronegativer Körper; nach den zwei letztern ist umgekehrt der Sauerstoff der elektronegativste und der Wasserstoff ein sehr elektropositiver Körper. In der letztern Bedeutung bedient sich DAVY dieser Ausdrücke, und in neueren Zeiten auch BERZELIUS, der sie früher im umgekehrten Sinne gebrauchte.

Mit der Annahme einer dieser 4 Ansichten ist jedoch die auffallende Erscheinung noch nicht erklärt, dafs die Bestandtheile eines Körpers sich in einer so grossen Entfernung von einander abgeschieden darstellen. Man kann nicht annehmen, dafs die Zersetzung etwa nur am positiven Pole vor sich geht; denn nach DAVY sammeln sich ja selbst die elektronegativen Bestandtheile am positiven und die elektr



iven am negativen Pole an, wenn sich die Verbindung negativen oder nur am positiven Pole befindet.

Nach Bior's Annahme theilt sich die im Kreis der Volta Säule befindliche Flüssigkeit in 2 Hälften, von denen die eine am negativen Polardrathe zunächst befindliche eine negative elektrische Spannung erhalte, die andere eine positive. Die Bestandtheile der Flüssigkeit streben dann, zu demjenigen Theil derselben zu begeben, welcher die entgegen gesetzte El. enthält, und damit erfolge Zersetzung. Hiergegen wendet DE LA RIVE mit Recht Folgendes ein: 1. Eine bloße elektrische Spannung in der Flüssigkeit veranlaßt keine Zersetzung, wenn nicht zugleich elektrische Strömung statt findet; namentlich erfolgt keine Zersetzung, wenn man bloß den einen Pol der Säule in die Flüssigkeit taucht, oder 2 entgegen gesetzte Pole von 2 verschiedenen, weiter nicht in Verbindung stehenden, Säulen. Nur die besser leitenden Flüssigkeiten, in welchen also am leichtesten ein permanenter Zustand entgegen gesetzt elektrischer Spannung denkbar ist, sind am leichtesten zersetzbar. 2. Die abgeschiedenen Bestandtheile setzen sich unmittelbar an die Polardräthe ab, und sammeln sich nicht etwa in den 2 entgegen gesetzt elektrischen Hälften der Flüssigkeit. So sieht man die gasigen Bestandtheile sich bloß an den Polardräthen in Blasen entwickeln; theilt man ferner Kochsalzlösung, die mit der Farbe von Kohl oder Veilchenblau gefärbt ist, durch 2 Scheidewände von Blase in 3 Theile, in deren beide äußerste die Polardräthe gehen, so sieht man sich bloß in diesen Farbenänderung, nicht in der mittleren Abtheilung.

WORTHUSS (*Ann. Chim.* 58, 64) und HENRY (*Thoms. Ann.* 5) nehmen daher an, daß die Zersetzung an beiden Polen gleich thätig ist, und durch die Masse der Flüssigkeit in der Weise wirkt, daß ein Uebereinanderschieben der Bestandtheile statt findet, so daß die Verbindung in der Mitte immer neutral ist, und sich nur an den Polen die einzelnen Bestandtheile zeigen können. Gegen diese Erklärung

wendet DE LA RIVE ein, daß sie nicht anwendbar bald die mit dem positiven Pole in Verbindung stehende Abtheilung eine andere Flüssigkeit enthalte, als die mit dem negativen Pole verbundene; wenn z. B. erstere schweres Zinkoxyd, letztere Wasser enthält, so kann in letzterer die Zersetzung und Wiederkombination des Zinks nicht mehr statt haben, und da, wo das reine Wasser anfängt, müßte das metallische Zink zum Vorschein kommen. Möglich bleibt es übrigens, wiewohl es nicht wahr ist, daß ein Theil des schwefelsauren Zinkoxyds durch die trennende Blase in die negative Abtheilung hinüber geht, da FISCHER gezeigt hat, daß die Blase alle wässrigen Flüssigkeiten hindurchläßt.

DE LA RIVE nimmt, besonders auf die S. 172, 18 erzählten Versuche gestützt, an, daß aus den 2 Polardrath entgegengesetzte elektrische Strömungen ausgehen, welche einer großen Affinität gegen entgegengesetzt elektrische Stoffe unterworfen sind. Der positive Strom zersetzt bei seinem Austritt aus dem Polardrath das zunächst liegende Atom, besteht aus dem sogen. elektropositiven Bestandtheile, wie Wasserstoff, Metall oder Salzbasis, während er Sauerstoff und Säure mit sich führt; er reißt die positiven Bestandtheile aus der Verbindung durch die Flüssigkeit fort bis zum negativen Drath, wo er sie nicht mit sich in diesen überführen kann, so daß sie an diesem Drath in Freiheit kommen. Umgekehrt wirkt der aus dem negativen Polardrath tretende Strom auf das Atom, welches er an seiner Stelle vorfindet, d. h. er setzt die elektropositiven Bestandtheile in Freiheit, führt die negativen zum positiven Drath über, und verläßt sie bei seinem Eintritt in denselben. Die an einem Pole sich ausscheidenden Bestandtheile entstehen demnach von 2 Ursachen her, nämlich zur Hälfte von der positiven Strömung, zur Hälfte von der negativen.

*Anmerkung über den Magnetismus.*

Erfahrungen, welche zu beweisen scheinen, daß der Magnetismus nicht aller Einfluß auf Krystallisation und chemische Ver-

Trennung abzusprechen ist, welche aber noch sehr der Bestätigung bedürfen, sind beschrieben worden: von LÜDICKER (*Gilb.* 76); von MASCHMANN u. HANSTEEN (*Gilb.* 70, 234); von RAY (*Till. Mag.* 1821, 383, auch *Schw.* 34, 133) und von WEIGER (*Schw.* 44, 85). Entgegengesetzte Resultate dagegen, welche zu beweisen scheinen, daß der Magnetismus keinen solchen Einfluß ausübt, erhielten BISCHOF (in seinem *Abh. der reinen Chemie*, 1, 66); B. M. (*Phil. Ann.* 3, 39) CATULLO u. FUSINIERI (*Brugn. Giorn.* 15, 198); — und RAY'S Versuch, den ungenannten B. M. zu widerlegen (*Phil. Ann.* 3, 120) ist keineswegs genügend.

## Zweiter Abschnitt.

### Chemie der wägbaren Stoffe.

Die Lehre von den Verbindungen und Trennungen der wägbaren Stoffe ist viel sicherer und weniger Zweifeln unterworfen, als bei den unwägbaren Stoffen, weil erstere genauer werden können und leichter einschließbar sind.

Die Zahl der bis jetzt bekannten einfachen wägbaren Stoffe beträgt 51; hiervon sind 38 bis 40 metallischer Natur; nicht metallischen Stoffe erscheinen theils gasförmig, theils fester Gestalt.

Es sind verschiedene Versuche gemacht worden, die unzerlegbaren Stoffe in eine solche Ordnung zu bringen, daß die sich in ihren physischen und chemischen Beziehungen verwandten einander nahe zu stehen kommen. Hierbei bleibt immer viel Willkür übrig, je nachdem man diesem oder jenem Verhältnisse einen größern Werth beilegt; auch würde eine Anordnung der einfachen Stoffe statt in einer Linie oder Fläche, in einem körperlichen Raum allen Forderungen mehr Genüge leisten.

Die elektrische Reihe von BERZELIUS s. S. 180.

Eine Anordnung auf einer Fläche, welche der Verwandtschaftsverschiedenheit der Stoffe ziemlich befriedigend entspricht, ist folgende:

Sauerstoff	Stickstoff	Wasserstoff
Fluor		Kalium
Chlor		Natrium
Iod		Lithium
Selen		Baryum
Schwefel		Strontium
Phosphor		Calcium
Kohlenstoff		Magnium
Boron		Cerium
Silicium		Yttrium
Zirkonium		Glycium
Titan		Alumium
Tantal		Uran
Scheel		Eisen
Molybdän		Chrom
Osmium		Mangan
Arsenik		Kobalt
Antimon		Nickel
Tellur		Kupfer
Wismuth		Gold
Zink		Platin
Kadmium		Iridium
Zinn		Rhodium
Blei		Palladium
Quecksilber	Silber	

Bei jeder Verbindung kann der eine Stoff mehr als **misch formendes**, der andere mehr als **chemisch geformendes Princip** angesehen werden; d. h. der eine drückt den **Charakter** der Verbindung aus, der andere gleichsam nur als Grundlage dient, bestimmt **wohl physikalische als chemische Charaktere** auf. So sind **nicht metallischen Stoffe**, welche, sich zu mannigfaltigen Verbindungen mit den Metallen vereinigend, die **Einförmigkeit** der Metalle aufheben, im Verhältniß zu diesen als **formendende Principien** anzusehen: die **Sauerstoffmetalle untereinander, Chlor-, Iod-, Selen-, Schwefel- und Phosphormetalle untereinander**, zeigen viel mehr Aehnlichkeit in **physikalischen und chemischen Verhältnissen**, als die Verbindungen und desselben Metalls mit Sauerstoff. Chlor, Iod, Schwefel und Phosphor untereinander zeigen.

Unter allen Stoffen spielen der Sauerstoff und der Wasserstoff bei weitem die **größte Rolle**: sie sind für alle Stoffe **formend**. Diese beiden Stoffe sind den beiden **Elementen** darin ähnlich, daß sie bei ihrer Vereinigung **einander ihre ausgezeichneten Charaktere wechselseitig**

Säuren, um sich zu dem indifferentesten Körper, dem Wasser zu vereinigen, während beide, mit andern Stoffen vermischt, die 3 wichtigsten Formen chemischer Verbindungen, welche sowohl unter den unorganischen, als unter den organischen Verbindungen vorkommen, nämlich die der *Säuren* und der *salzfähigen Grundlagen*, *Salzbasen*, *Alkalien* im weitesten Sinne erzeugen. Jede Säure und Salzbase enthält nämlich entweder Wasserstoff oder Sauerstoff oder auch beide zugleich, und daneben noch 1, 2 oder 3 andere Materien, die man bei den Säuren *säurefähige Grundlagen* nennt, bei den salzfähigen Basen *alkalisirbare Grundlagen* nennen könnte. Sauerstoff und Wasserstoff hingegen können in diesen Verbindungen als die *säuernden Principe* einerseits und als die *alkalisirenden* andererseits angesehen werden.

Die *Säuren* sind die elektronegativen Verbindungen, welche daher aus ihren Verbindungen mit andern Körpern in der galvanischen Kette meistens am positiven Pole abgeschieden werden. Sie sind fast immer im Wasser auflöslich, bilden mit ihm auch feste Verbindungen in bestimmten Verhältnissen, zeigen sauren Geschmack, oft auch ätzende Wirkung auf den thierischen Körper, verändern mehrere Pflanzenfarben auf eine den Alkalien entgegengesetzte Weise, röthen namentlich Lackmus. — Sie zeigen nur schwache Affinität gegen einander, dagegen eine sehr große gegen die salzfähigen Grundlagen.

Die *salzfähigen Grundlagen* sind die elektropositiven Verbindungen, welche daher vorzugsweise am negativen Pole abgeschieden werden; sie haben untereinander nur geringe Affinität; sie vereinigen sich meistens mit Wasser nach bestimmten Verhältnissen zu festen Körpern, und sind zum Theil darin löslich; sie zeigen große Affinität gegen die Säuren, neutralisiren sie mehr oder weniger, so wie sie von ihnen neutralisirt werden, und bilden mit ihnen die *Salze* im Allgemeinen.

Nach den Säuren und salzfähigen Basen sind die *Salze* die merkwürdigsten Verbindungen. Man kann sie *Verbindun-*

gen der zweiten Ordnung nennen, sofern sie aus näheren oder entfernteren Bestandtheilen bestehen. In ihnen heben sich die entgegengesetzten elektrischen Verhältnisse der Säuren und der Salzbasen mehr oder weniger auf, und sie zeigen daher sowohl für die Sinne, als auch in chemischer Hinsicht ein mehr indifferentes Verhalten. Diese Salze werden *einfach-saure* genannt, wenn in ihnen ein Mischungsverhältnis einer Säure auf ein M.G. Salzbasis enthalten ist; es möge nun bei einem neutralen Zustand statt finden — einfach-schwefelsaures Kali —, oder der eine oder der andere Bestandtheil vermöge größern elektrischen Vermögens vorwalten — einfach-kohlensaures Kali, einfach-schwefelsaure Alaunerde —. Diese Salze heißen *saure* oder *säuerliche*, oder *anderthalb-*, *doppelt-*, *dreifach-* u. s. w. *saure*, wenn  $1\frac{1}{2}$ , 2, 3 oder mehr M.G. Säure mit einem M.G. Basis verbunden sind, die Säure walte da wirklich für die Sinne vor — doppelt-schwefelsaures Kali, oder das saure Salz zeige ganz neutrale, ja sogar alkalische Eigenschaften, wenn nämlich das elektrische Vermögen der Basis bei weitem das der Säure überwiegt — doppelt-kohlensaures Ammoniak. — Die Salze werden endlich *basische* oder *anderthalb-*, *drittel-*, *sechstel-* u. s. w. *saure* genannt, wenn mehrere z. B. 2, 3, 6 M.G. der Salzbasis mit einem M.G. Säure verbunden sind \*).

Die Salze, besonders die einfach-sauren, zeigen noch Affinität gegen andere Salze, und vereinigen sich

---

\*) Vor der Entdeckung der chemischen Proportionen verstand man, wie es zum Theil noch jetzt der Fall ist, mit BERTHOILET (Gehl. 3, 248) unter *neutralen* Salzen, der ursprünglichen Bedenkens halber, alle diejenigen, welche gegen Pflanzenfarben und Geschmacksstoffe sich weder sauer, noch alkalisch verhalten; unter *sauren* alle Pflanzenfarben und Geschmack sauer reagirende, und unter *basischen* solche, die entweder ein alkalisches Verhalten zeigen, oder wenigstens noch mehr Basis enthalten, als eine andere, auch schon neutrale Verbindung von denselben 2 Stoffen. In diesem Sinne sind es aber höchst wenig neutrale Salze, mit Ausnahme der unlöslichen, welche eben wegen ihrer Unauflöslichkeit ihren sauren oder alkalischen Charakter nicht äußern können; diese eigentliche Neutralität hängt von der respectiven Mächtigkeit der Säuren und Salzbasen ab, und hat keinen Zusammenhang mit der Zahl der Mischungsverhältnisse, worauf es bei der Eintheilung der Salze am meisten ankommt.



**3. Salzfähige schwere Metalloxyde.** Häufig gefärbt; häufig einem specifischen Gewicht über 5000; häufig leicht schmelzbar; sie zeigen bisweilen Geruch oder metallischen Geschmack; sie sind bisweilen in Wasser auflöslich; sie zeigen fast nie alkalische Reaction auf Pflanzenstoffen. Sie besitzen meistens eine geringere Affinität gegen die Säuren, als die Alkalien, neutralisiren sie meistens nur unvollkommen, und bilden mit ihnen schwere, oft gefärbte, metallisch schmeckende Salze, die *schweren Metallsalze*\*).

**IV.** Die übrigen Verbindungen des Sauerstoffs und Wasserstoffs mit andern Materien, welche sich weder als Säuren, noch als Salzbasen darstellen, und weniger ausgezeichnet sind.

**V.** Die Verbindungen der übrigen nicht metallischen Stoffe untereinander, z. B. zu Schwefelkohlenstoff, Chlorphosphor, Iodstickstoff u. s. w.

**VI.** Die Verbindungen der übrigen nicht metallischen Stoffe mit den Metallen zu Kohlenstoff-, Boron-, Phosphor-, Schwefel-, Selen-, Iod-, Chlor-, Fluor- und Cyan-Metallen.

**VII.** Die Verbindungen der Metalle untereinander zu Legirungen.

Die unter den Classen I bis VII angegebene Verbindungen sind häufig fähig, sich theils mit Verbindungen derselben Classe, theils mit Verbindungen anderer Classen zu vereinigen. So gehen die elektronegativen Säuren mit den minder elektronegativen einige lose Verbindungen ein, in welchen letztern die Rolle einer Salzbasis übernehmen (Schwefelsäure, Boraxsäure). Die elektropositiven Salzbasen vereinigen sich mit den minder elektropositiven, welche eine Säure ersetzen, zu mannigfaltigen salzähnlichen Verbindungen (Kupfer- und Zinksalze).

---

Kaum läßt sich zwischen Alkalien und Erden, und zwischen Erden und einigen Oxyden der schweren Metalle eine bestimmte Gränze ziehen. — Nicht einmal die Gränze zwischen Säure und salzfähiger Basis ist scharf; ein Körper, der sich gegen einen elektronegativen als Basis zeigt, erscheint gegen einen elektropositiven als Säure; z. B. Bleioxyd gegen Salpetersäure und wieder gegen die Alkalien.

feroxyd - Ammoniak, Alaunerde - Kali u. s. w.). Auch häufig der Verbindung fähig: 2 oder mehrere Schwefeltalle mit einander, eben so verschiedene Chlormetalle einander, Chlormetalle oder Iodmetalle mit Schwefelmet u. s. f.

Zu den Vereinigungen zweier oder mehrerer Verbindungen aus verschiedenen Classen gehören vorzüglich folgende: Das Wasser verbindet sich mit Säuren, Salzen und Salzen. Die Säuren verbinden sich, wie bereits erwähnt, mit den Salzbasen zu Salzen. Die Salze sind mit vielen Chlor- und Fluormetallen verbindbar. Die Salze vereinigen sich selten mit den Verbindungen des Chlors, andern nicht metallischen und metallischen Stoffen. Mehr Schwefelmetalle sind mit Metall-Legirungen vereinbar.

Mit den hier im Allgemeinen aufgeführten Verbindungen haben sich die Affinitäten fast gänzlich erschöpft, und unorganische Chemie findet hier ihr Ende.

### Erste Unterabtheilung.

### Nichtmetallische einfache Stoffe.

Die nichtmetallischen einfachen Stoffe, welche, mit Ausnahme des Sauerstoffs, bisweilen *Inflammabilien*, und BERZELIUS *Metalloide* genannt werden, stellen theils gasförmige, wie Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Chlor, vielleicht auch Fluor, theils feste Körper dar; letztere entweder durchsichtig, wie Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel, oder undurchsichtig, wie Boron, (sofern sich dieses in staubiger Form erhalten läßt), oder sehr wenig durchscheinend und metallglänzend, wie Selen und Iod, welche sich jedoch, so wie die übrigen nicht metallischen Stoffe, durch Nichtleitungsfähigkeit für Electricität von den Metallen unterscheiden.

## Erstes Kapitel.

## Sauerstoff.

TLBY Exper. and Observ. on differ. kinds of air. London 1775 — 7. 2, 29; 3, 1.

Exper. and Observ. relating to various branches of natural Philosophy. London 1779. 1, 192.

Abhandlung von der Luft und dem Feuer.

neue Bemerkungen. *Crell Ann.* 1785, 2, 229 u. 291.

Abhandlungen. *Crell chem. Journ.* und *Crell Annalen*.

System der antiphlogistischen Chemie, übers. v. HERMBSTÄDT 1803. 1, 29 bis 122.

ZELIUS über die elektrochemische Theorie. *Schw.* 6, 119.

TTHUS über Synthesis des Wassers und über Windbüchsenlicht. *Gilb.* 33, 212; ferner *Schw.* 4, 238 und *Gilb.* 58, 345. Ferner *Gilb.* 59, 241.

über die Flamme. *Schw.* 20, 134 u. 175; auch *Gilb.* 56, 113 u. 225.

Ueber Einleitung der Verbrennung durch Platin u. s. w. s. ERMANN, *Abh. der Akad. d. IV. in Berlin für 1818 u. 19.* S. 368. — DÖBER-

ER, *Schw.* 34, 91; 38, 321; (auch *Gilb.* 74, 269); *Schw.* 39, 159; 60; *Kunstn. Arch.* 2, 225; ferner: Ueber neuentdeckte höchst merk-

liche Eigenschaften des Platins u. s. w. Jena 1823. — DULONG u. ARD, *Ann. Chim. Phys.* 23, 440; auch *Gilb.* 76, 83. — *Ann. Chim.*

24, 380; auch *Schw.* 40, 229; *Gilb.* 76, 89; *Kunstn. Arch.* 1, 81.

PLEISCH, *Schw.* 39, 142, 201 u. 351 (letzteres auch *Gilb.* 76, 98); 17, 97. — C. G. GMELIN, *Schw.* 38, 515. — PFAPP, *Schw.*

1. — DANA, *Sill. am. J.* 8, 198; auch *Schw.* 43, 380. — SCHWEIG- SCHW. 39, 223; 40, 10 u. 287. — KARMARSCH, *Gilb.* 75, 83. —

DEI, *Gilb.* 61, 346; 75, 98. — BLUNDELL, *Pogg.* 2, 216. — TINGH, *Repert.* 21, 410. — VAN DYK, *Repert.* 21, 235. — WÖH-

Pogg. 1, 121 u. Berzelius 4ter Jahresber. 69. — MAGNUS, *Pogg.* 1. — TURNER, *Edinb. phil. J.* 1824; auch *Pogg.* 2, 210.

mye. Säurerzeugender Stoff, Oxigène, Oxygenium (LAVOISIER); und, sofern er als Gas erscheint: Sauerstoffgas, Lebensluft, (DORCET), reine Luft, Feuerluft (SCHEELE), dephlogistisirte (PRIESTLEY), Gas oxigène, Gas oxygenium.

Geschichte. Wurde 1774 von PRIESTLEY, 1775 von SCHEELE entdeckt. LAVOISIER erforschte am genauesten seine chemischen Verhältnisse, und erbaute hierauf eine sehr einfache Verbrennungstheorie, welche von BERZELIUS, der elektrochemischen Ansicht gemäß, abgeändert wurde. GROTHIUS und vorzüglich H. DAVY vertieften die Kenntniß von der Natur des Verbrennungsprocesses und vorzüglich der Flamme. K. DAVY's Entdeckung eines Platinkorrosivs, welches bei gewöhnlicher Temperatur die Verbrennung veranlaßt, und eine ähnliche Beobachtung LÖBDELINER zu der Entdeckung, nach wel-

cher fein vertheiltes Platin schon bei gewöhnlicher Temperatur Verbrennung einiger gasförmiger Stoffe zuwege bringt.

Vorkommen. Der Sauerstoff ist von allen Stoffen der in größten Menge vorkommende; er macht wenigstens  $\frac{1}{2}$  von unferster Erde aus, so weit wir sie kennen; das Wasser enthält 0,11 und die Luft über 0,23 dem Gewicht nach von diesem Stoffe; ist ein wesentlicher Bestandtheil sämtlicher organischer Körper.

Darstellung. Das reinste Sauerstoffgas erhält man durch behutsames Erhitzen von schwachbefeuchtetem (damit entstehenden Wasserdämpfe die Luft austreiben, Gay-Lussac u. v. Humboldt) chlorsaurem Kali, welches 0,39 Sauerstoffgas liefert, in einer, wegen des plötzlichen Aufblähens, 16 so weiten gläsernen Retorte (s. Buchholz, Schw. 6, 219), etwas minder reines durch Glühen von Quecksilberoxyd, welches 0,07 Sauerstoffgas liefert, in einer mit Lehm und Haaren beschlagenen gläsernen Retorte; — desgl. durch Glühen von krystallinischem Braunstein, welcher, wenn ein graues Pulver giebt (Manganhyperoxyd), 0,12, wenn ein braunes Pulver giebt (Manganhyperoxydul-Hydrat), 0,09 Sauerstoffgas liefert, welches jedoch im Anfang mit kohlensaurem Gas gemengt zu seyn pflegt (der dichte Braunstein ist besonders reich an Kohlenstoff, und giebt daher oft kohlensaures, als Sauerstoffgas), in einer beschlagenen gläsernen, oder irdenen (die jedoch meist poros ist), oder besten eisernen Retorte, oder in einem Flintenlaufe; desgl. durch Erhitzen des Braunsteins mit gleichviel Vitriolöl in einer beschlagenen oder unbeschlagenen gläsernen Retorte, wo man vom Manganhyperoxyd 0,18, vom Hyperoxydulhydrat 0,09 Sauerstoffgas erhält. — Das unreinste, besonders gegen das Ende des Processes mit viel Stickgas gemengt, Sauerstoffgas entwickelt sich beim Glühen des Braunsteins in gläsernen oder eisernen Gefäßen.

Die Oeffnungen der Gefäße stehen in luftdichter Verbindung mit einer gekrümmten Röhre, welche das sich entwickelnde Gas unter Wasser leitet.

Eigenschaften. Farbloses Gas. Specifisches Gewicht S. 138. Lichtbrechende Kraft S. 139. — Bei einer plötzlichen Com-

sion zeigt es nach SAISSY im vorzüglichsten Maasse die  
 enschaft zu leuchten. — Brennende Körper brennen in  
 viel lebhafter, als in der Luft; Thiere leben länger in  
 em Gase, als in einer gleichen Luftmenge eingeschlossen.  
 Es ist geschmack- und geruchlos.

Verbindungen. Der Sauerstoff ist mit sämmtlichen übr-  
 einfachen Stoffen verbindbar, einen noch weniger be-  
 mien, das Fluor ausgenommen. Viele derselben haben zu  
 nem andern Stoffe eine so große Affinität, wie zum Sau-  
 toff; derselbe zeigt im Ganzen gegen die elektropositiven  
 per eine größere Affinität, als gegen die elektronegati-  
 ; doch folgt die Affinitätsgröße nicht ganz der von BER-  
 us aufgestellten elektrischen Reihe (S. 180), da z. B. der  
 lenstoff eine größere Affinität gegen den Sauerstoff hat,  
 viele elektropositive Stoffe.

Die Verbindung des Sauerstoffs mit den übrigen Stoffen  
 gt nicht in allen Fällen, wo Berührung statt findet; sie  
 l durch Wärme, Licht, Elektricität, Compression oder  
 ehnung, oder durch die Gegenwart eines festen Körpers  
 hem besondern Zustande veranlaßt. vgl. S. 27, 28, 76 u. 176.

Die wenigsten Stoffe sind bei gewöhnlicher Temperatur mit  
 toff verbindbar, und auch diese nicht bei einer gewissen noch  
 igeren Temperatur. Die Temperatur, welche erforderlich ist,  
 ie Verbindung der Stoffe mit dem Sauerstoff einzuleiten, oder  
*Verbrennungspunct*, ist nicht nur je nach den verschiedenen  
 n verschieden, sondern auch bei denselben Stoffen, je nach-  
 die Verbindung eine langsame oder eine rasche seyn soll. So  
 Phosphor die langsame Verbindung mit Sauerstoff, oder die  
*rasche Verbrennung* schon bei 25°, die *rasche* erst bei 60°, und  
 ohle verbrennt langsam noch unter der Glühhitze. — Stick-  
 äßt sich nur unter gewissen Umständen durch Temperaturer-  
 g mit Sauerstoff vereinigen, Chlor und Iod gar nicht durch  
 ung, sondern nur auf indirectem Wege.

Ob die wenigen Verbindungen des Sauerstoffs mit andern Stoff-  
 urch das Licht, durch dieses als solches, oder durch die Wärme,  
 hervorruft, veranlaßt werden, ist noch unentschieden (S. 79).  
 Die meisten durch Elektricität bewirkten Verbrennungen sind  
 er dabei gegebenen Wärme zu erklären, jedoch nicht die  
 dung des Stickstoffs mit Sauerstoff (S. 177).

**Compression**, die nicht zugleich mit Temperaturerhöhung verbunden ist, scheint diese nicht zu ersetzen, sofern das bei gleicher Ausdehnung schon bei  $116,7^{\circ}$  entzündliche Phosphorstoffgas im Minimum, mit Sauerstoffgas gemengt und 15fach verdünnt, bei  $18^{\circ}$  keine Veränderung erleidet, im Gegentheil entzündet sich das Gemenge dieses Gases mit Sauerstoffgas, wenn es ausgedehnt wird, schon bei  $20^{\circ}$ , so wie auch Phosphor unter gewissen Umständen beim Verdünnen der Luft, in welcher er sich befindet, bei gewöhnlicher Temperatur die rasche Verbrennung zeigt.

Befindet sich ein Gemenge aus Sauerstoffgas und einem brennbaren Gase in Berührung mit verschiedenen festen Körpern, so wird die Verbindung zwischen Sauerstoff und dem Substrat des brennbaren Gases an der Oberfläche der festen Körper schon bei niedrigerer Temperatur vor sich; es erfolgt hier eine langsame Verbrennung. Durch diese wird die Temperatur des festen Körpers gesteigert, so daß hierdurch der Verbrennungsproceß nicht nur aufrecht erhalten, sondern beschleunigt wird. Endlich kann bei der festen Körper eine so hohe Temperatur annehmen, daß selbst derselben eine rasche Verbrennung bewirkt wird.

So fand schon DAVY, daß ein Gemenge aus Sauerstoffgas und Luft einerseits, und Wasserstoff-, Kohlenoxyd-, öleren Gasen, Cyan-, Blausäure-, Weingeist-, Aether-, Steinöl- oder Terpentinöl-Gas andererseits an einem feinen Platinblech oder spiralförmig gewundenen feinen Platindrath, welche nicht bis zum Glühhitze erhitzt sind, zur langsamen Verbrennung gelangt, daß durch diese bei entwickelte Wärme das Platin zum lebhaften Glühen erhitzt wird und bei gewissen Gasen zuletzt eine rasche Verbrennung bewirkt. Auch fand er, so wie schon früher GROTHUSS, daß das Gemenge aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, in einer Glasröhre bis zum Glühen erhitzt, sich, ohne bemerkliche Feuerentwicklung, innerhalb einer oder mehrerer Minuten zu Wasser verbindet. MAN zeigte, daß der Platindrath bloß die Temperatur von  $51^{\circ}$  C. zu haben braucht, um die Verbindung des Wasserstoffgases mit dem Sauerstoff einzuleiten. Endlich entdeckte DÖBEREINER frischgeglühtes schwammiges Platin (wie es nach dem Glühen durch Chlorplatin-Salmiak zurückbleibt), schon in der Kälte eine langsame, dann, unter günstigen Umständen, die rasche Verbrennung des mit Sauerstoffgas oder Luft gemengten Wasserstoffgases zuwege bringt. Aus DÖBEREINER's, PLEISCHL's und DUMAS u. THÉNARD's Versuchen ergibt sich, daß diese Eigenschaft wohl in minderem Grade, so daß meistens die Temperatur jedoch nie bis zum Verbrennungspunct, erhöht werden muß, auch in festen metallischen und nicht metallischen Stoffen, wie Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, Gold, Silber, Nickel, der Kohle, dem Bimstein, Porcellan -





Zusammenschweißen des Metalls hindert, welche Erden übrigens bei nicht zu Metall reducirt werden). Das bei sehr niedriger Temperatur durch Wasserstoffgas reducirt Kupfer bedeckte sich einmal an der Luft mit Oxyd, jedoch ohne sich zu entzünden. durch Wasserstoffgas reducirt Eisen absorhirt mehrmals seinen fang an kohlen-saurem Gase; hierdurch verliert es seine Entzündlichkeit, die es aber durch Erwärmen in Wasserstoffgas wieder hält. Die leichte Entzündlichkeit läßt sich auf 2 Arten erklären. 1. Das durch Wasserstoffgas reducirt Metall behält einen Theil dieses Gases absorhirt; an der Luft veranlaßt es dessen Verbindung mit Sauerstoff (nach Art des Döbereiner'schen Processes); hierdurch wird so viel Wärme entwickelt, daß das Metall entzündet wird. Allein das durch Erhitzen von kohlensaurem Eisen erhaltene Eisen kann kein Wasserstoffgas absorhirt enthalten; auch wenn man das Metall in Wasser wirft, dann das Wasser verdampfen entfernt, zeigt sich noch Entzündung an der Luft. Das der Luft dargebotene Metall absorhirt, gleich jedem sehr porösen Körper, dieselbe auf mechanische Weise, und zwar vielleicht vorzüglich reichlich und heftig das Sauerstoffgas; die mit Verdichtung desselben verbundene Wärmeentwicklung bewirkt die Entzündung. War das Metall zuvor mit kohlen-saurem Gase gesättigt, von dem es vielleicht mehr verschluckt, als von Sauerstoff, so kann es sich in der Luft nicht mehr erhitzen. MAGNUS. (Auch die bloße feine Vertheilung könnte die Ursache seyn, eben so, wie fein vertheilte Alaunerde in Säure löslich ist, nicht die krystallinische Gm.). So fand auch WÖHLER verschiedene feine Gemenge von Kohle und verschiedenen Metallen noch unter der Glühhitze entzündlich.

Die Verbindung des Sauerstoffs mit andern Stoffen erfolgt meistens mit sehr lebhafter Wärme- und Lichtentwicklung, und führt besonders in diesem Falle den Namen der *Verbrennung*. Die Menge von Wärme, die ein derselbe Körper bei seiner Verbindung mit Sauerstoff entwickelt, ist ohne Zweifel gleich groß, die Verbrennung folge langsam oder schnell, sobald nur die Verbindung dem Sauerstoff nach demselben Verhältnisse erfolgt; nur in ersterem Falle die Intensität viel geringer, wodurch die Wärme oft unbemerklich wird. Dasselbe gilt vom Licht, dasselbe ist um so stärker, je rascher die Verbrennung, es verschwindet um so mehr, je langsamer sie erfolgt, was scheinlich, weil es sich dann bloß als Wärme äußert. Warum dennoch Phosphor und wenige andere Körper,

des Holz u. s. w. bei ihrer langsamen Verbrennung, wenig Wärme frei wird, deutliches Licht entwickeln, nicht erklärt. — Bei verschiedenen Stoffen scheint die beim Verbrennen entwickelte Wärmemenge in einem gewissen Verhältnisse zu stehen mit der Affinitätsgröße des Stoffes zu den übrigen Stoffen, so daß demnach die positiveren Stoffe am meisten Feuer erzeugen, während nur schwierig mit Sauerstoff verbindbaren elektrogeneren Körper, wie Chlor, Iod und Stickstoff sich mit einer merklichen Wärmeentwicklung, also ohne eigentliche Verbrennung zu vereinigen scheinen. — Hat sich ein Stoff schon mit einem oder einigen Mischungsgewichten Sauerstoff vereinigt, so entwickelt er bei der Aufnahme von mehr Sauerstoff weniger Feuer (Kohlenoxydgas), oft kein bemerkbares (Bleioxyd), so wie auch nach dem angeführten Gesetze die Affinität zum Sauerstoff abnimmt. — Tritt an a gebundener Sauerstoff an b, so entwickelt sich hierbei weniger Wärme, als wenn sich freier Sauerstoff mit b vereinigte, und zwar beträgt wohl dies Weniger genau so viel, als sich Wärme bei der Verbindung des Sauerstoffs mit a entwickelte. Der an Stickstoff, Iod und gebundene Sauerstoff entwickelt bei seinem Uebertritt auf andere Materien am meisten Wärme, weil er bei seiner Verbindung mit diesen 3 Stoffen nur höchst wenig Wärme entwickeln scheint.

Das sich bei der Verbrennung einstellende Feuer erscheint entweder als ein *Gluhen*, wenn der verbrennende Stoff vor dem Verbrennen nicht in elastisch-flüssigen Zustand übergeht (Kohle, Eisen); oder als eine *Flamme*, wenn er zuvor in Dampf oder Gas verwandelt. Die Flamme ist eine glühende elastische Flüssigkeit, deren Temperatur weit über die Weissglühhitze geht, da z. B. ein Platindrath, 0,05 Zoll von einer Weingeistflamme entfernt nach Davy weissglühend wird. — Die Helle einer Flamme entspricht nicht immer ihrer Temperatur, da z. B. Kohlenoxydgas mit der blassesten Flamme und der höchsten

Wärmeentwicklung verbrennt. Alle diejenigen Flammen scheinen blaß, in welchen sich kein fester Körper befindet; ein Platindrath, Amianth oder hineingeworfenes Zinn wird in ihnen weißglühend, und bewirkt dadurch die Erhellung; alle Flammen, in denen sich ein fein verteilter fester Körper bildet, zeigen durch Weißglühen des festen Körpers einen lebhaften Glanz. DAVY.

Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Schwefel und Weingeist brennen mit matter Flamme; mit glänzender Flamme brennen Phosphor und bei denen sich Phosphorsäure und Zinkoxyd bildet, ölerzen Gas, Aether, flüchtige Oele, Fette und Harze, bei denen im Innern der Flamme Ruß absetzt, welcher zwar später verfliehet, aber immer wieder von neuem ersetzt wird. DAVY. Die Flamme der genannten kohlenstoffhaltigen Körper, z. B. der Kerze besteht aus 3 Theilen: a. Im Inneren befindet sich der durch die Hitze zersetzte Talg in Gasgestalt, unter der Glühhitze; die innere Kugel ist b. mit einem höchst glänzenden Mantel von weißglühendem Ruße umzogen. c. Diesen Mantel umgiebt, undeutlich, eine sehr blasse Flamme; diese bezeichnet die Zone, wo die Verbindung zwischen dem von außen zutretenden Sauerstoff und der von innen sich entwickelnden brennbaren Materie erfolgt, und ist daher auch bei weitem der heißeste Theil. — Man führt mit dem Löthrohr in die Flamme, so wird die Verbrennung vorzüglich in ihrer Mitte erfolgen, und der höchst heißeste Theil wird also den inneren bläulichen Kegel der Löthrohr-Flammen, deren Hitze an der Spitze desselben am größten ist. PORRET (*Thoms. Ann.* 8, 224 u. 9, 337). — Wenn man eine kohlenstoffhaltige Gasart, wie Steinkohlengas, den man von Ruß dadurch hindert, daß man sie mit genug Luft mischt, verbrennt sie mit mattem Lichte. DAVY.

Die Farbe der Flamme hängt theils von ihrer Temperatur, theils von der Natur der darin befindlichen Stoffe ab.

Kaltes Kohlenoxydgas giebt beim Verbrennen eine blaue Flamme, zuvor erhitztes eine gelbrothe. Wasserstoffgas und andere Gase, die beim Verbrennen mehr Wärme entwickeln, als das Kohlenoxydgas, zeigen, auch in der Kälte entzündet, eine gelbrothe Flamme. Die blaue Flamme an der Basis eines Kerzenlichts deutet auf niedrigere Temperatur. Beim Glühen fester Körper zeigt sich das umgekehrte Farbenverhältniß; Kohle und andere feste Körper schwach glühend, strahlen ein dunkelrothes Licht aus (*dunkle oder schwache Rothglühhitze*), bei stärkerer Hitze ein gelbrothes oder gelbes Licht (*gelbe oder starke Rothglühhitze*), dann ein gelbes (*schwache Weißglühhitze*).

dann ein gelbweißes, und zuletzt ein bläulichweißes (*starke Kälte*).

Nach Zusatz von Boraxsäure zu Weingeist wird die Farbe der Flamme grün, oder, wenn er stärker erhitzt wird, gelb; der Strontian und Kalk färben die Weingeistflamme roth, der Baryt gelb, Chlorkupfer im Maximum lebhaft roth, mit einem blauen Rande. Die Flammen anderer brennbarer Körper werden auf ähnliche Weise verändert. In allen diesen Fällen hängt sich ohne Zweifel etwas von dem zugesetzten Körper; im unzersetzten Zustande, so daß bloß die Gegenwart von Borax, salurem Strontian, Chlorkupfer u. s. w. in der Flamme die Farbe verändert, oder zersetzt, so daß Boron, Strontium, Baryum und Kupfer reducirt in die Flamme gelangen, sich verbinden und dabei eine andere Farbe erzeugen, ist nicht leicht. DAVY vermuthet das Letztere.

Ob, nachdem die langsame oder rasche Verbindung eines Körpers mit Sauerstoff durch Temperaturerhöhung eingeleitet ist, dieselbe fort dauert, auch wenn man aufhört, von Wärme zuzuführen, dieses hängt im Allgemeinen davon ab, ob die Wärme, die ein Körper bei seiner Verbindung mit dem Sauerstoff in einer gegebenen Zeit entwickelt, die Wärmemenge gleichkömmt, welche in derselben Zeit in die umgebenden Körper überströmt, und ob also der Körper auf der zum Verbrennen nöthigen Temperatur bleibt; Besondern: 1. von der Differenz zwischen der Temperatur, bei der der Körper langsam oder rasch mit Sauerstoff verbindbar ist, und der äußern; 2. von der Menge von Wärme, die er beim Verbrennen entwickelt; 3. von der Dichtigkeit oder Verdichtung des Sauerstoffgases; 4. von der verschiedenen starken Mengung mit fremdartigen, nicht zur Verbrennung beitragenden Gasarten; und 5. von der Gestalt fester oder tropfbar-flüssiger, Wärme ableitender Körper.

1. Eisen oder Diamant, die zum raschen Verbrennen der Kälte bedürfen, in der Luft bis zum Verbrennen erhitzt, hören bei aufhörender Erhitzung von außen, während Schwefel und andere leicht entzündliche Körper zu brennen fortfahren. Weil zu der langsamen Verbrennung an Platin und andern feinen Körpern niedrigere Temperatur erforderlich ist, als zu der raschen, so setzt sich erstere bei schlechter Vorrichtung auch unter Wasser fort, unter welchen das rasche Verbrennen aufhört.

Zu 2. Das Kohlenoxydgas, welches eben so leicht entzündlich ist, wie das Wasserstoffgas, zeigt seine rasche Verbrennung ungefähr bis zu 4facher Verdünnung, weil bei seinem Verbrennen weit weniger Wärme frei wird (vgl. S. 149). DAVY.

Zu 3. Durch eine gewisse Verdünnung wird die Unterhaltung der Verbrennung aufgehoben, weil die Verbindung und also auch die Wärmeentwicklung langsamer erfolgt. Knallluft (ein Gemisch von 2 Maassen Wasserstoffgas und 1 M. Sauerstoffgas) verpufft bei 18facher Verdünnung nicht mehr durch den elektrischen Funken DAVY. Wasserstoffgas, mit Luft im richtigen Verhältnisse gemischt, läßt sich bei 5 Zoll Luftdruck nicht mehr entzünden. GROTHUS. Wasserstoffgas, in Luft überströmend, zeigt das rasche Verbrennen bei 4facher Verdünnung der Luft mit größerer Flamme, als es verlöscht jedoch bei 7—8facher Verdünnung; der brennende Dampf von Weingeist, Aether oder Wachs, verlöscht unter diesen Umständen bei 5 bis 6facher Verdünnung; hydrothionsaures Gas bei 4facher Verdünnung; Schwefel zeigt das rasche Verbrennen bei 15facher Verdünnung der Luft, Phosphor bis zu 60facher, während das leicht entzündliche Phosphorwasserstoffgas noch im vollkommensten Vacuum der Luftpumpe ein blitzähnliches Leuchten hervorbringt. Das langsame Verbrennen an Platin zeigt Kohlenwasserstoffgas bis zur 4fachen, Kohlenoxydgas bis zur 6fachen, Alkohol-, Aether- und Wachs-Dampf bis zur 8fachen, ölerzeugendes Gas bis zur 10 bis 11fachen, Wasserstoffgas bis zur 13fachen, Schwefeldampf bis zur 20fachen Verdünnung der Luft. — Bei Temperaturerhöhung wird die Gränze der Entzündlichkeit weiter hinausgerückt, so daß 18fach verdünnte Knallluft, bis zum Glühen erhitzt, beim Hindurchschlagen eines elektrischen Funken einen Schein, wie von Verbrennung entwickelt. DAVY. GROTHUSS wird umgekehrt die Verbrennlichkeit durch Expansion vermindert, sobald diese eine Ausdehnung bewirkt, so daß z. B. ein in der Torricellischen Leere ausgedehntes Gemenge von Wasserstoffgas und Luft, welches bei gewöhnlicher Temperatur durch den elektrischen Funken noch entzündlich durch Wärme noch weiter ausgedehnt, unentzündlich wird. Er nimmt daher, wenn freie Ausdehnung gestattet ist, an, die Wärme habe 1. ein Vermögen, den Körper auszudehnen, und dadurch minder entzündlich zu machen, und 2. ein Vermögen, seine Entzündung zu veranlassen. Die Ausdehnung befolge eine arithmetische, die Entzündlichkeitsvermehrung eine geometrische Progression, daher letztere bei einer gewissen Erhitzung, welche jedoch, das Gasgemenge zuvor in der Torricellischen Leere ausgedehnt, eine sehr bedeutende seyn wird, obsiegen müsse. — Dagegen zündet sich nach DAVY über Quecksilber befindliche Knallluft allmähligem Erhitzen, wodurch sie auf das 2,5fache ausgedehnt wird durch die zuletzt eintretende Rothglühhitze; er nimmt bei Gas



n's Versuch Gegenwart von Wasser- oder Quecksilberdampf Hinderniß des Verbrennens an.

Zu 4. Fremdartige beigemengte Gasarten, die nichts zum Verbrennen beitragen, nehmen einen Theil der durch die Verbrennung erzeugten Wärme auf, und werden um so eher die Temperatur am Verbrennungspunct herabbringen, je größer ihre Menge, ihre Wärmecapacität und ihre Beweglichkeit. — Im Sauerstoffgas brennen die Körper nicht nur weit lebhafter, als in der Luft, weil ungefähr nur 1 Maafs Sauerstoffgas auf 4 M. Stickgas enthält, sondern es verlöschen auch Eisen und Diamant in der Luft, die Sauerstoffgas zu brennen fortfahren. — In 4 bis 5fach verdichteter Luft, die demnach 1 Maafs Sauerstoffgas enthält, verbrennen wegen der Wärmeentziehung durch das Stickgas Lichter, Wasserstoffgas, Schwefel, Kohle und Eisen nicht lebhafter, als wenn nicht comprimierter Luft  $\frac{1}{3}$  Maafs Sauerstoffgas zugefügt wäre. — 1 M. Knallluft ist nicht mehr durch den elektrischen Funken entzündlich, wenn ihm beigemengt ist:  $\frac{1}{2}$  M. ölerzeugendes Gas, oder Fluorsiliciumgas, oder 1 M. Kohlenwasserstoffgas, oder 2 M. rothionsaures, oder salzsaures Gas, oder 8 M. überschüssiges Sauerstoffgas, oder 9 M. überschüssiges Sauerstoffgas, oder 11 M. Kohlendioxidgas, DAVY; (nach HUMBOLDT u. GAY-LUSSAC, *Gilb.* 49, hört die Entzündlichkeit von 1 M. Knallluft auf bei Zumengung von 5 M. Sauerstoffgas, oder von 4,7 M. Wasserstoffgas); 5 M. Wasserdampf heben noch nicht die Entzündlichkeit von 1 M. Knallluft auf. — Kohlenwasserstoffgas ist nicht mehr durch den elektrischen Funken entzündlich, wenn es, statt mit 2 M. Sauerstoffgas, die es zum Verbrennen nöthig hat, mit 11 Maassen gemengt ist. — Ein Kerzenlicht verlöscht in Luft, der  $\frac{1}{6}$  Maafs salzsaures Gas, oder  $\frac{1}{10}$  Fluorsiliciumgas beigemengt ist. — Brennen Materie in einem eingeschlossenen Lustraume, so wird durch Verzehrung des Sauerstoffs das Verhältniß des Stickgases vermehrt und durch Erlöschen bewirkt werden. In einem und demselben Lustraume erlischt zuerst ein Kerzenlicht, dann das Wasserstoffgas, dann Schwefel, während das langsame Verbrennen des Phosphors bei der geringsten Menge von Sauerstoffgas fortwährt. DAVY.

Zu 5. Feste brennende Körper erlöschen auf gutleitenden Unterlagen, z. B. glühende Kohlen auf größern Metallmassen. — Ein Gemisch aus brennbaren Gasarten und Sauerstoffgas läßt sich in engen Röhren nicht entzünden, weil ihre Wandungen zu rasch abkühlen (hierauf beruht das Newmann'sche Gebläse). Aus demselben Grunde verbreitet sich die Entzündung eines Gemengs von brennbarem Gas und gemeiner Luft häufig nicht durch die Löcher eines Metallgellechts \*); doch erfolgt dieses um so eher, bei

\*) Unwahrscheinlichere Erklärungsweisen dieser Erscheinung von MURRAY und GROTHUUS s. *Gilb.* 69, 236 u. 241.

der entgegengesetzten, die sich bei Vereinigung der wä-  
ren Antheile ebenfalls mit der Elektricität des Sauerstoffs  
Feuer vereinigt. vgl. S. 74 u. 80. — Diese Theorie hat  
Vorzügliche, daß sie auf alle mit Wärmeentwicklung vergesell-  
schafte Verbindungen paßt. Aehnliche Ansichten äußerten früher WIL-  
(*Crell Ann.* 1788, 1, 414) und GROTHUSS (*Ann. Chim.* 63, 1

Andere, weniger haltbare Verbrennungstheorien, theils phlo-  
gistische, theils gemischte, sind folgende:

1. GREN und WIEGLEB: Der brennbare Körper besteht aus  
dem nach dem Verbrennen zurückbleibenden Stoffe und einem  
negativ schweren Phlogiston; beim Verbrennen entweicht dieses  
und vereinigt sich mit dem Sauerstoffgas oder der dephlogistisirten Lu-  
ft zu Stickgas oder phlogistisirter Luft von geringerem Gewicht  
und Umfang. — Beim Verbrennen der Körper in reinem Sauerstoff  
bleibt kein Stickgas übrig.

2. KIRWAN: Die brennbaren Körper bestehen aus einem Sub-  
strat und aus Phlogiston, welches einerlei ist mit brennbarer Lu-  
ft; beim Verbrennen vereinigt sich das Phlogiston mit dem Sauer-  
stoffgas, aus dem es das Feuer ausscheidet, zu Kohlensäure, bei hö-  
herer Temperatur zu Wasser; diese Producte werden bald frei, und  
vereinigen sie sich mit dem Substrate und stellen damit die ver-  
brannten Körper dar. — Dieser Ansicht widersprechen die Thatsachen.

3. VAN MONS: Die brennbaren Körper bestehen aus einem  
Substrat und aus Wasserstoff; der Wasserstoff vereinigt sich  
beim Verbrennen mit dem Sauerstoff zu Wasser, und dieses mit dem Sub-  
strat zum verbrannten Körper; der brennbare Körper ist also Sub-  
strat + Wasserstoff; der verbrannte: Substrat + Wasser,  
brennbarer Körper + Sauerstoff.

4. SCHEELE: Das Phlogiston der brennbaren Körper ist  
wenig gewichtig; das Sauerstoffgas oder die Feuerluft besteht  
aus einer wenig wiegenden salinischen Materie, aus Wasser und  
Phlogiston. Beim Verbrennen vereinigt sich das Phlogiston  
des brennbaren Körpers mit der salinischen Materie der Feuerluft  
zu verschiedenen Verhältnissen zu Licht und Wärme, und das Wasser  
der Feuerluft tritt an das Substrat des brennbaren Körpers. —  
Nur der verbrannte Körper wiegt genau so viel, wie ver-  
brennbarer Körper und Sauerstoff zusammen.

5. RICHTER u. A.: Das unwägbare Phlogiston der Körper  
vereinigt sich mit der Flüssigkeitswärme des Sauerstoffgases zu Li-  
quor, während sich der wägbare Theil des Sauerstoffs mit dem wä-  
ren Theil des brennbaren Körpers vereinigt.

1. **GÖTTLING:** Das Phlogiston ist nichts anders als Licht; bildet mit der im Sauerstoffgas enthaltenen Feuermaterie (vgl. ) zum Theil Wärme.

Der Verbindungsact des Oxygens mit den übrigen Stoffen ist die *Oxygenation*, *Oxygenirung*, *Sauerstoffung*, und *Säuerung*, wenn die entstehende Verbindung eine saure Natur hat, *Oxydirung*, *Oxydation*, wenn sie keine saure Natur

Der Sauerstoff ist der *oxygenirende*, der mit ihm verbbare Stoff der *oxygenirbare*, und zwar respective *säuernde* oder *oxydirbare* Körper. Da die meisten Oxygenationen Feuerentwicklung verbunden sind, so nennt man, doch allgemein, die Oxygenation *Verbrennung*, den Sauerstoff den *verbrennenden*, *comburirenden* Stoff, den oxygenirbaren Körper den *brennbaren*, *combustiblen* Stoff und den oxydirten Körper den *verbrannten* Stoff. Die Trennung des Sauerstoffs von einem andern Stoffe wird unter dem Namen *Desoxygenation*, *Entsäuerung*, *Desoxydation*, *Reduction*, bezeichnet.

Die Zahlen der Mischungsgewichte, nach welchen sich Sauerstoff mit einem Mischungsgewicht der übrigen ein Körper vereinigt, sind  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$ , 1,  $1\frac{1}{6}$ ,  $1\frac{1}{3}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , 3, 4, 5, 6 und 7. Ein Körper ist oft in mehreren Verhältnissen mit dem Sauerstoff vereinigbar, er hat mehrere *Oxydationsstufen*. Bildet ein Körper mit verschiedenen Mengen von Sauerstoff Säuren, so ist immer die sauerreichere stärker, als die sauerstoffärmere, und man unterscheidet letztere durch das Anhängsel *ig*, so wie man, bei einem Körper mit Sauerstoff 3 Oxyde von ähnlicher Natur auf, dem sauerstoffärmern die Sylbe *ul* zufügt.

Der Sauerstoff bildet ungefähr 109 unorganische Verbindungen. Diese sind:

1. **Saurer Natur, Sauerstoffsäuren:** Ihrer sind 27, nämlich Kohlen-, Borax-, unterphosphorige, phosphorige und phosphorsäure, die unterschweflige, schweflige, Unterschwefel-, Selen-, Iod-, Chlor-, oxydirte Chlor-, unpetrige, salpetrige, Salpeter-, Cyan-, Knall-, Scheel-,

Theil auch in *Gilb.* 20, 147. — v. HUMBOLDT u. GAY-LUSSAC *J. Phys.* 60, 129; auch *Gilb.* 20, 129. — BERTHOLLET. *Ann. Ch.* 53, 239; auch *Gilb.* 20, 166. — DE MARTY. *Ann. Chim.* 61, 21; auch *Gilb.* 28, 417; auch *N. Gebl.* 4, 141. — CARRADORI. *Ann. di Stor. nat. di Pavia* 5, 12 u. 15; *J. Phys.* 62, 473; auch *Gilb.* 28, 413; *Brugn. Giorn.* 6, 333. — THEOD. DE SAUSSURE. *Ann. Chim. brit.* auch *Gilb.* 47, 163. — THOMSON. In *2. Système de Chim. trad. p. Riffault sur la 5 ed.* 3, 61.

BERZELIUS Gesetze für die Verbindungen des Wassers. *Gilb.* 40, 211.  
GAY-LUSSAC über die Zerfließlichkeit der Körper. *Ann. Chim.* 82, 171; auch *Gilb.* 42, 117.

— über die Auflöslichkeit der Salze in Wasser. *Ann. Chim. Phys.* 11, 296; auch *Schw.* 27, 364; auch *N. Tr.* 4, 2, 296.

Ueber das Wasserstoffhyperoxyd s. THÉNARD *Ann. Chim. Phys.* 8, 301; 9, 51, 94, 314 u. 441; 10, 114 u. 335; 11, 85, 208; zum Theil auch in *Schw.* 24, 257; auch *N. Tr.* 3, 1, 60, 72 u. 80; 3, 2, 37 u. 378; 4, 2, 37 u. 40; auch *Gilb.* 64, 1. — vgl. auch THÉNARD *Traité de Chim.* ed. 4, T. 2, 41.

**Synonyme.** Wassererzeugender Stoff, Hydrogène, Hydrogenium, und, sofern er als Gas erscheint, Wasserstoffgas, brennbare, inflammable, entzündbare Luft, Gas hydrogène, Gas hydrogenium.

**Geschichte.** Das Wasser galt lange als ein einfacher Stoff. Man glaubte einige Zeit, dasselbe könne durch wiederholte Destillation in eine Erde verwandelt werden, bis LAVOISIER zeigte, dass sich hierbei in den gläsernen Destillirgefäßen absetzende Erde am Glase herrühre. Die sich in Bergwerken und beim Auflösen einiger Metalle in Säuren entwickelnde brennbare Luft war schon vorher bekannt; CAVENDISH und WATT zeigten 1784 zuerst, dass aus ihrer bei der Verbrennung statt habenden Verbindung mit Sauerstoff Wasser entstehe, und LAVOISIER zerlegte hierauf das Wasser wieder in seine Bestandtheile. THÉNARD entdeckte 1818 Wasserstoffhyperoxyd.

**Vorkommen.** Findet sich nie in reiner Gestalt; in der größten Menge im Wasser, von dem es 0,11 ausmacht; sparsame Verbindung mit Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel, Iod, Chlor, C und Stickstoff; endlich in den organischen Verbindungen.

**Darstellung.** Immer durch Zersetzung des Wassers.

1. Am reinsten durch Elektricität: a. BERZELIUS leitete in Wasser, welches durch wenig Kochsalz leitender gemacht ist, 2 messingene mit den Polen einer Voltaischen Säule verbundene Dräthe. — b. FUCHS (*Schw.* 15, 494) stürzt einen Platintiegel in verdünnter Salzsäure um, und legt auf seinen Boden eine Zinkplatte, wobei sich viel Wasserstoffgas im Tiegel ansammelt.

de sind: Wasserstoff-, Kalium-, Natrium-, Baryum-,  
ium- und Calcium-Hyperoxyd, Mangan-Hyperoxydul  
xyd, Blei-Hyperoxydul u. -Hyperoxyd und Kobalt-,  
- und Silber-Hyperoxyd.

d. Von allen diesen Oxyden abweichend, und ganz für  
tehend ist das Wasser, welches bisweilen unter dem  
a eines *Oxydoids* unterschieden wird.

---

## Zweites Kapitel.

# W a s s e r s t o f f.

---

LE neue Bemerkungen über Wassererzeugung. *Crell Ann.* 1785,  
229 u. 291.

MEYER Versuche über die Luft und das daraus erfolgende Wasser.  
*Ann.* 1785, 1, 324.

Über die Bestandtheile des Wassers u. s. w. *Crell Ann.* 1786, 1,  
136.

RIEß u. LAVOISIER Zerlegung des Wassers. *Crell Ann.* 1788, 1,  
4, 441 u. 528.

RIEß System der antiphlogistischen Chemie; übers. von Hermbst.  
123.

er die vermeintliche Verwandlung des Wassers in Erde. *Crell*  
*m. J.* 3, 151.

LIEB et DULONG determination des proportions de l'eau. *Ann. Chim.*  
*yr.* 15, 386.

das Knallgasgebläse von HARB, so wie von CLARKE u. NEWMANN  
vorzüglich: *Schw.* 18, 225, 228, 333 u. 337; 19, 319; 20, 218;  
382; 22, 385; 39, 359. — *Gilb.* 55, 1 u. 43; 62, 247 u. 339;  
84. — *Thoms. Ann.* 7, 367; 8, 313, 357 u. 471; 9, 89, 162,  
194, 252, 253, 327, 402, 481 u. 483; 10, 66, 133, 366 u.  
11, 386; 14, 134. — *Phil. Ann.* 1, 419. — *Scher. Ann.* 3,  
1, 239 u. 249; 3, 250; 5, 245; 7, 280. — *Ann. Chim. Phys.* 3,  
14, 302. — *Till. Mag.* 50, 106.

Einleitung der Verbrennung durch Platin s. die S. 199 angeführ-  
ten Schriften.

Absorption der Gasarten durch Wasser: PRIESTLEY. *Americ.*  
*transact.* 5, 21; *Crell Ann.* 1798, 1, 40; und in *Exp. and Obs. on*  
*2*, 263. — CAVENDISH. *Phil. Trans.* 56, 161. — BERGER. *J.*  
*ph.* 57, 5; auch *Gilb.* 20, 168. — DALTON. *Manchester Memoirs.*  
*Ser.* 1, 284; 5, 11; *N. Syst.* 1, 219; *Thoms. Ann.* 7, 215;  
auch *Schw.* 17, 160. — HENRY. *Phil. Trans.* 93, 29 u. 274, auch

**Eigenschaften.** Farbloses Gas. Spec. Gewicht S. 136. Wasserstoffgas ist demnach  $14\frac{1}{2}$ mal leichter als die Luft, zum Füllen der Luftbälle, veranlaßt das Emporsteigen der gefüllten Seifenblasen, entweicht schnell aus Gefäßen mit nachgekehrter Oeffnung, langsam aus Gefäßen, deren Oeffnung unten gekehrt ist. — Lichtbrechende Kraft S. 139. — brennbar; unterhält nicht das Verbrennen anderer Körper. In reinem Zustande geruchlos, gewöhnlich übelriechend. Kleine in das Gas gebrachte Thiere sterben fast augenblicklich; im Menschen erregt das reine Gas nach ein paar Minuten unangenehme Empfindungen auf der Brust und Verlust der Muskelkräfte; mit Luft gemengt, läßt es sich länger einathmen. SCHEELÉ, FONTANA, DAVY.

**Verbindungen.** Der Wasserstoff zeigt weder so viele noch so große Affinitäten gegen die übrigen Körper, als der Sauerstoff; er bildet mit ihnen nicht so mannigfaltige Verbindungen; diese gehen nur beim Sauerstoff und Chlor, also den elektronegativsten Körpern, unter Feuerentwicklung vor sich.

### Wasserstoff und Sauerstoff.

#### A. W a s s e r.

**Vorkommen.** Als in der Luft verbreiteter Dampf, Regen, Schmelzwasser, Quellwasser, Mineralwasser, Flußwasser, Meerwasser; als Krystallisationswasser mancher Mineralien; als Bestandtheil organischer Körper.

**Bildung.** Das Wägbare, was in 1 Maass Sauerstoffgas enthalten ist, reicht genau hin, um das Wägbare von 2 Maass Wasserstoffgas in Wasser zu verwandeln. Beide Gase lassen sich bei gewöhnlicher Temperatur (zu sogenannter Knall-Luft) vermengen, ohne daß die Vereinigung des Sauerstoffs mit dem Wasserstoff zu Wasser erfolgt. Diese Vereinigung wird bald rasch, bald langsam veranlaßt, und zwar 1. durch Erhöhung der Temperatur. 2. Durch den elektrischen Funken. 3. Durch rasche Zusammendrückung. 4. Durch Platin und andere feste Körper. 5. Durch Wasser?



Zu 1. Nicht bloß die Flamme eines verbrennenden Körpers, sondern auch die Hitze eines rothglühenden Eisendraths und einer Kerze, deren Glühen am Tageslicht bemerklich ist, reicht hin, die Verbindung zu veranlassen.

Zu 2. Ein noch so kleiner elektrischer Funken reicht zur Entzündung hin.

Zu 3. Beim raschen Zusammenpressen der Knallluft in einer Glasröhre erfolgte die Verbindung unter Zersprengung der Röhre. Biot (*A. Gchl.* 5, 95; auch *Gilb.* 20, 99). Läßt man die Knallluft in einer oben verschlossenen, unten mit Quecksilber gesperrten Röhre 540 Meter tief ins Meer hinab, wo das Wasser einen 50fachen Luftdruck auszuhalten hat, so erfolgt die Verbindung. DELAROCHE (*Schw.* 1, 172).

Zu 4. Schwammiges Platin, frisch gegläht, und zwar nicht bloß (ein Körper, der weder Wasserstoffgas, noch Sauerstoffgas zu zersetzen vermag) veranlaßt schon in der Kälte die Verbindung des Sauerstoffgas oder gemeiner Luft gemengten Wasserstoffgases, sondern dadurch zum Glühen, und bewirkt endlich die rasche Verbindung unter Verpuffung. Das Erglühen erfolgt nahe bei 0° langsam, als in höherer Temperatur. Auch wenn in einem Gasgemisch neben Wasserstoffgas nur höchst wenig Sauerstoffgas, oder Sauerstoffgas nur höchst wenig Wasserstoffgas vorhanden ist, erfolgt so lange Wasserbildung, bis das in der kleinern Menge vorhandene Gas völlig zu Wasser geworden ist. DÖBEREINER.

Eigenschaft verliert das schwammige Platin an der freien Luft in einigen Stunden bis Tagen, DÖBEREINER; jedoch langsamer, als der Drath und die Feile von Platin, und zwar an feuchter Luft nicht schneller, als an trockner. DULONG u. THÉNARD. Befeuchtet man mit Wasser oder Hindurchleiten von Wasserdampf von Platin, so schwächt das Vermögen nicht merklich. DULONG u. THÉNARD.

Bei solchem der Luft dargeboten gewesenen Platin reicht schon die Wärme der Hand hin, während man das mit Luft gemengte Wasserstoffgas darauf strömen läßt, die Entzündung anzufachen zu veranlassen. Selbst das mit Wasser oder Weingeist befeuchtete schwammige Platin (nicht das mit Salpetersäure oder wässriger Ammoniak befeuchtete) veranlassen in Knallluft eine langsame, erst in einigen Stunden beendigende Wasserbildung. DÖBEREINER. Durch Glühen und Erkaltenlassen wird das verlorene Vermögen wieder hergestellt, DÖBEREINER; dergleichen durch Erhitzen mit Salpetersäure und Trocknen bei 200°; das durch dieses Mittel ertheilte Vermögen wird durch Kali oder Natron nicht entzogen. DULONG u. THÉNARD. Fließpapier, mit der Lösung von Chlorplatin-Salmiak getränkt, dann verdorrt, läßt höchst zart vertheiltes Platin von der Form des Papiers, welches die Entzündung des mit Luft gemengten Wasserstoffgases noch schneller veranlaßt. PLEISCHL. Auch das aus salz-

saurem Platinoxid durch Zink gefällte pulverige Platin ist wirksam und behält seine Kraft länger, als das schwammige Platin. Bei geglühtes schwammiges Platin bewirkt keine Entzündung mehr, als noch die langsame Verbindung. DULONG u. THÉNARD.

Feiner spiralförmig gewundener Platindrath veranlaßt schon bei 50 bis 51° die Entzündung der Knallluft. ERMAN. Hat solch Drath längere Zeit in der Lampe ohne Flamme gedient (s. Weingeist), so ist er da, wo er glühte, zerfressen, matt und schwarzgrau, aus einem Geflechte zarter Fasern bestehend; ein solcher Drath wird schon zwischen 37 bis 50° in mit Luft gemengtem Wasserstoffgas an dem zerfressenen Theile glühend. PLEMER, Platindrath,  $\frac{1}{20}$  Millimeter dick, von 100 Windungen, wirkt im frischen Zustande erst bei 300° wasserbildend; öfters geglüht, schon bei 50 bis 60°. Taucht man ihn in kalte oder warme Salpetersäure, und trocknet ihn dann bei 200°, so wirkt er schon bei gewöhnlicher Temperatur, und wird glühend, wenn ein hinreichend starker Strom von mit Luft gemengtem Wasserstoffgas darauf gelangt; der Salpetersäure ähnlich, doch schwächer, wirkt die Schwefelsäure, und noch schwächer die Salzsäure. Dieses durch Sauertheilte Vermögen behält der Platindrath in der freien Luft einige Stunden, in Gefäßen, ihre Natur sey, welche sie wolle, 24 Stunden. Der Drath verliert dieses Vermögen, wenn man ihn, mit Siegellack isolirt, 5 Minuten lang in isolirtes Quecksilber taucht, oder eben so lange einem raschen Strome von trockner Luft, oder von trockenem Sauerstoff-, Wasserstoff-, oder kohlensaurem Gas aussetzt. Ammoniak, Kali und Natron dagegen entziehen dem Drath nicht dieses Vermögen. DULONG u. THÉNARD.

Platinfeile von mittlerer GröÙe zeigt gleich nach ihrer Benutzung das Vermögen, die Wasserbildung zu veranlassen, und wenn sie in Knallluft heiß, ohne gerade zu glühen, verliert es aber in 24 Stunden. Dasselbe läßt sich hierauf wieder ertheilen durch Erhitzen und Erkaltenlassen, und noch stärker durch Salpeter- oder Salzsäure, worauf die Feile in verschlossenem GefäÙe mehrere Tage lang die Kraft behält. Die Feile verliert, einem Luftstrome ausgesetzt, dies Vermögen langsamer, als der Drath. Auf Isolation kömmt gar nichts an. Unter Wasser dargestellte Feile wirkt nicht bei gewöhnlicher Temperatur. DULONG u. THÉNARD.

Möglichst feines, so eben geschlagenes, Platinblech veranlaßt bei gewöhnlicher Temperatur die Verpuffung der Knallluft, verliert doch diese Eigenschaft an der Luft in einigen Minuten, und erlangt sie durch Glühen in einem verschlossenen Platintiegel wieder. Wenn dem Glühen zusammengekrumpelt, wie der Pfropf einer Ladung, und im verschlossenen GefäÙe aufbewahrt, behält das Blech diese Eigenschaft 24 Stunden. Man braucht es aber nur an der Luft zu entfalten und wieder zusammenzukrumpeln, so ist hiermit das Vermögen, Verpuffung zu bewirken, verloren gegangen, und je

Wie bei dickerem Bleche, eine Erhitzung bis zu 200 bis 300°  
um die Wasserbildung einzuleiten, welche dann ohne alle  
Hülfe erfolgt.

Spiralförmig gewundener Platindrath, auf die Oeffnung einer  
Röhre gesetzt, aus welcher sich Wasserstoffgas entwickelt, und  
erhitzt, erglüht und bewirkt dann rasche Verbrennung des  
Wasserstoffgases; ähnlich, aber schwächer, wirkt Palladiumdrath,  
sowie der Drath von Gold, Silber, Kupfer, Eisen und Zink  
von der Art zeigt. DAVY.

Schwammiges Iridium erhitzt sich in Knallluft stark und er-  
zeugt Wasser, ohne Verpuffung. — Schwammiges Osmium veran-  
laßt bei 40° und schwammiges Rhodium bei 240° die Wasserbil-  
dung. — Pulveriges Palladium, durch Glühen des Cyanpalladiums  
erhalten, erhitzt sich in einem Strom von Wasserstoffgas und ge-  
wöhnlicher Luft bis zum Glühen und zur Verpuffung, jedoch schwie-  
cher, als schwammiges Platin, am besten, wenn sich das Palladium  
in der Vertiefung einer Kohle befindet, und das Wasserstoffgas da-  
her geleitet wird. PLEISCHL. Schwammiges Palladium entzündet  
Knallluft bei gewöhnlicher Temperatur, und das Palladiumblech  
glüht sich wie das Platinblech. DULONG u. THÉNARD. — Gold-  
pulver, aus der Goldauflösung durch Zink gefällt und bei niedriger  
Temperatur getrocknet, wirkt erst bei 120° auf die Knallluft ein;  
beim Glühen dagegen schon bei 55°. Gold in seinen Blättern  
wirkt bei 260° ein, in etwas dickern bei 280°. — Silber, durch  
Lösung aus seiner Auflösung als ein Pulver gefällt und gegläht, wirkt  
bei 250°; das Silberblech ist minder wirksam, als das Goldblech,  
sowie noch unter dem Siedpunkte des Quecksilbers. — Fein  
pulveriges Kobalt und Nickel bewirken die Wasserbildung bei 300°;  
eine (schon DAVY fand, daß eine dunkelglühende Kohle die  
Wasserbildung veranlaßt), Bimstein, Porcellan, Bergkrystall  
und Glas (vgl. die S. 203 angeführte Beobachtung von GROTT-  
HOLM und DAVY) noch unter 350°; die Wirkung des Flußspaths  
ist sehr schwach. Eckige Glasstücke erzeugen in einer gegebenen  
Zeit noch einmal so viel Wasser, als abgerundete von gleichviel  
Fläche. Quecksilber, fast bis zum Sieden erhitzt, scheint keine  
Wasserbildung zu veranlassen. DULONG u. THÉNARD. In der  
That fand DOBEREINER das Pulver von Gold, Silber, Kupfer,  
Kohle, Diamant, Turmalin und Boracit unwirksam.

Ueber die Ursache von dieser Beförderung der Verbrennung  
von Platin und ähnliche Stoffe hegt man folgende Vermuthungen:  
1. Das sehr elektronegative Platin bildet mit dem sehr elektroposi-  
tiven Wasserstoff eine elektrische Combination, in welcher der Was-  
serstoff das Zink vertritt, und, als positiver Pol, mehr Neigung er-  
scheint sich mit dem elektronegativen Sauerstoff zu vereinigen, als  
das Zink (S. 185). DOBEREINER. — 2. Das Platin ist ein Metall  
mit sehr schwachem elektrischen Leitungsvermögen, zieht die bei-

den Elektricitäten der Knallluft an, und bestimmt sie, daß sie in ihm (in seinem porösen Zustande) zu Feuer ausgleichen. D  
 BREINER. Jeder mit Spitzen versehene Körper zieht be  
 Elektricität an, um so mehr ein metallischer, wie schwammiges P  
 tin. Dasselbe erleichtert durch Spitzenwirkung die Vereinig  
 der im Wasserstoff- und Sauerstoff-Gas enthaltenen entgegengesetz  
 Elektricitäten. (Allein bei Platinblech u. s. f. ist nicht an Spitz  
 wirkung zu denken; das schwammige Platin wirkt nicht wegen  
 Spitzen stärker, sondern wegen größerer Oberfläche. PARR  
 Vielleicht sind alle Körper, also auch Platin, in ihren einzelnen  
 men krystallelektrisch, so daß beim Glühen und nachherigen  
 kalten derselben ein jedes Atom an dem einen seiner Pole pos  
 am andern negativ elektrisch ist, und um so länger bleibt, je w  
 niger Luftwechsel, Berührung mit Quecksilber und andern Leit  
 statt findet (in einem solchen Leiter, wie Metalle sind, ist ein  
 cher einige Zeit dauernder Gegensatz der beiden Elektricitäten  
 verschiedenen Puncten desselben nicht wohl denkbar, GM.); S  
 petersäure und andere Säuren, obgleich nicht auflösend, steig  
 die polarische Tendenz der Atome. Bei diesen entgegengesetz  
 elektrischen Zuständen der Atompole wirkt das Platin auf die e  
 gegengesetzten Elektricitäten der Knallluft ein. SCHWEIGER.  
 3. DULONG u. THÉNARD finden eine Art von Zusammenhang  
 Gegensatz zwischen diesen Erscheinungen und der Erfahrung,  
 verschiedene glühende Metalle das Ammoniakgas in seine Best  
 theile zersetzen, und zwar gerade das Platin am wenigsten, und  
 Eisen, welches die Verbrennungserscheinung am wenigsten zu  
 bringt, am stärksten. — 4. Vielleicht absorbirt und verdr  
 das Platin auf seiner Oberfläche etwas Wasserstoff- und Sauer  
 gas: diese verlieren hiermit ihre Gasform, und der von seiner  
 mesphäre befreite Wasserstoff und Sauerstoff treten in unmittel  
 Berührung, sind durch nichts gehindert, sich chemisch zu ver  
 den (vgl. S. 28). Hiermit bleibt jedoch unerklärt, welche u  
 kannte Ursache dem Platin mit der Zeit diese Eigenschaft beile  
 und warum dieselbe durch Glühen oder Salpetersäure wieder  
 theilt wird. — Eine genüendere Erklärung, als die hier m  
 theile, steht noch zu erwarten: vor der Hand möchte die k  
 noch die wahrscheinlichste sein.

Zu 3. Wasser, mit Knallluft bei gewöhnlicher Temperatur  
 Berührung, veranlaßt innerhalb mehrerer Monate ihre Verwand  
 in Wasser, etwa so fern, der vom Wasser absorbirte Sauerstoff  
 Wasserstoff bei auf einander wirken kann. HOOKS und ORR  
 (G. 5. 20, 123); N. W. F. (G. 5. 20, 123).  
 gegen bemerkte Sauerstoff (G. 5. 20, 123) durchaus keine V  
 minderung der Knallluft durch Berührung mit Wasser, nach  
 dieses einem so viel Knallluft aufgenommen hatte, als zu dessen  
 ngung erforderlich war.

Die rasche Vereinigung findet statt unter lebhafter Licht- und Wärmeentwicklung, und kann dienen, eine der höchsten Temperaturen hervorzubringen. Strömt die eine Gasart in die andere, so zeigt sich nur eine blasse, farblose oder röthgelbe Flamme an der Stelle der Berührung; waren beide Gase vorher gemengt, so ist die Vereinigung sogleich allgemein, und findet mit Feuer und Knall statt, wegen der durch die Feuerentwicklung bewirkten beträchtlichen, den Anfang des Gasgemenges weit übertreffenden Ausdehnung der Wasserdämpfe.

Setzt man auf die zugespitzte Oeffnung einer Glasröhre, aus welcher Wasserstoffgas in die Luft tritt, einen spiralförmig gewundenen, etwas erhitzten Platindrath, so veranlaßt derselbe die langsame Verbrennung, kömmt durch dieselbe jedoch schnell zum Glühen, und bewirkt nun die schnelle Entzündung; bläst man dann die Flamme aus, so bleibt das Platin noch heiß genug, um bald wieder zu glühen und dann die rasche Verbrennung zu bewirken.

Unter *Lumen philosophicum* versteht man die geräuschlose Ausbreitung des aus einer Röhre in die Luft übergehenden und hier befindlichen Wasserstoffgases.

Setzt man über das Lumen philos. eine unten offene, oben offen oder verschlossene Glasglocke, Glasröhre oder Glaskugel, so hört man häufig ein anhaltender Ton hören, *chemische Harmonica*. Dieser Ton, welcher auch über  $100^{\circ}$ , also bei einer Temperatur stattfindet, bei welcher das gebildete Wasser Dampfgestalt behält, ist schwachen, wenn gleich nicht so lebhaft, auch andere brennbare Gase, wie Kohlenoxyd-, ölerzeugendes, Kohlenwasserstoff-, kohlensaures, Arsenikwasserstoff-, Weingeist- und Aether-Gas erzeugen, leitet FARADAY (*Ann. Chim. Phys.* 8, 363), davon ab, daß in der Glocke ein stärkerer Luftstrom statt finde (wodurch auch die Flamme verlängert zeigt); daß hierdurch kleine Antheile der Luft mit dem Wasserstoffgase zu kleinen Mengen von Knallluft gemengt werden, die bei ihrer Entzündung sich schnell und regelmäßig folgende Explosionen erzeugen.

Die Knallluft, oder das Gemenge von 2 Maafs Wasserstoffgas und 1 Maafs Sauerstoffgas, erzeugt beim Entzünden damit gefüllter Glaskugeln u. s. w. unter allen Gasgemengen den heftigsten Knall, wenn man in der *Luftpistole* entzündet, den Piroppf mit großer Gewalt aus, während dasselbe, in einem eingeschlossenen Raume, z. B. im *Voltaischen Eudiometer* durch den elektrischen Funken entzündet, ohne alles Geräusch, mit blassem Lichtschein in eine kaum merkliche Menge Wasser verwandelt wird.

Beim *Newmann'schen* u. *Clarke'schen Knallgasgebläse* pumpt man die Knallluft oder auch ein Gemenge von 9 M. Wasserstoff auf 4 M. Sauerstoffgas, (welches Verhältniß nach CLARKE stärkste Hitze giebt, und stärkere, als Gemenge von Sauerstoff mit Steinkohlengas oder ölerzeugendem Gas), oder auch von 1 M. Steinkohlengas auf 2 M. Sauerstoffgas, bis zu beträchtlicher Verdünnung in einen Metallbehälter, und läßt es aus diesem durch eine feine Röhre ausströmen, wo es entzündet wird, und hier bei höchst schwacher Lichtentwicklung den höchsten Hitzgrad bewirkt, der bis jetzt vorgebracht wurde. Die Fortsetzung der Entzündung bis in den Behälter erfolgt um so weniger, je schneller das Gas ausströmt, je enger und erkältender die Röhre ist (S. 309), jedoch vermeidet man diese Gefahr der Entzündung der im Behälter comprimirten Knallluft, wodurch eine lebensgefährliche Zerschmetterung des Behälters erfolgen würde, durch verschiedene Einrichtungen, besonders durch Wasser- und Oel-Ventile zu beseitigen. Gefahrlos, jedoch von etwas schwächerer Wirkung ist der schon früher von BERZELIUS angegebene Apparat, wo man die Gasarten aus abgesonderten Gefäßen kurz vor der Verbrennung zusammentreten läßt.

Um zu zeigen, daß das aus der Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoffgas entstehende Wasser genau so viel wiegt, als die verschwundenen Gasarten, erfanden CAVENDISH, LAVOISIER, LAPLACE, MONGE, FORTIN, FOURCROY, VAUQUELIN, SEGUIN u. A. ein *Gasometer*, wo das in eine mit Sauerstoffgas gefüllte Glasröhre überströmende Wasserstoffgas entzündet, und seine Verbrennung durch fortgesetztes Zuleiten beider Gasarten unterhalten wurde. DÖBEREINER's Gasometer mit Platinschwamm (Schw. 42, 62).

Das durch Verbrennung des Wasserstoffgases erzeugte Wasser enthält Salpetersäure, wenn den Gasen etwas Stickgas beigegeben war, und zugleich nach SAUSSURE (*Ann. Chim.* 71, 383) Ammoniak, wenn Wasserstoffgas im Ueberschuß vorhanden war.

Darstellung in reiner Gestalt. Das in reinen Gefäßen gefangene Regen- und vorzüglich Schneewasser ist rein auf etwas Luft; — Nur das im Anfang eines Regens niedr fallende Wasser kann in der Luft verbreitet gewesenen Staub enthalten, so wie das in der Nähe des Meeres gesammelte Salz- und Sulfidwasser. Die Behauptung von HASSENFRATZ (*J. de l'Ec. polyt. Compt. Rend.* 570), als sey das Schneewasser reicher an Sauerstoff, als das Regenwasser, ist von FABRONI widerlegt.

Behutsame Destillation des Quellwassers in metallenen Gefäßen, am besten aus einer Blase mit silbernem Helm und Kühlrohr reinigt dasselbe von den salzigen und erdigen Antheilen.



tigen Theilen; *destillirtes Wasser*. — Bei kupfernem oder zinnern Helm und Kühlrohr kann sich, wenn zuvor eine säurehaltige Lauge darin destillirt worden war, dem Wasser etwas Metall mittheilen; aus gläsernen Gefäßen nimmt das Wasser Alkali, Kochsalz u. s. w. auf.

Nur durch lange fortgesetztes Kochen, *ausgekochtes Wasser*, oder durch die Luftpumpe, kann man den größten Theil der Luft aus ihm austreiben.

**Eigenschaften.** Gesteht bei 0 bis  $-10^{\circ}$  C. zu Eis. Xystallin; *fig.* 101,  $r \parallel r = 80^{\circ}$ ; *fig.* 103, oft zur Tafel zertheilt; und 105; auch 3seitige Säule und rhombische Säule mit Winkeln von  $120^{\circ}$  und  $60^{\circ}$ . SMITHSON (*Phill. Ann.* 5, 34), DEKART DE THURY und CLARKE (*Ann. Chim. Phys.* 21, 156). Spec. Gew. 0,950, ROYER u. DUMAS. Das Eis ist farblos und durchsichtig, leitet schlecht die Wärme, nicht die Elektricität und wird durch Reiben elektrisch.

Das Eis schmilzt über  $0^{\circ}$  C.,  $0^{\circ}$  R.,  $+32^{\circ}$  F. zu Wasser. Spec. Gewicht  $= 1,000$ ; 1 Würfelfuß wiegt bei  $8^{\circ}$  70 Gr., 223 Gran altfranz., oder 1 Würfeldecimeter (Liter) wiegt bei  $4,44^{\circ}$  C. 18827,15 Gran Markgewicht oder 1000 Gr. mme. LEFEVRE-GINEAU; 1 rheinl. Würfelfuß wiegt bei  $15^{\circ}$  C. 64,963 Pfund kölnisch, SCHMIDT. 1 engl. Würfelfuß wiegt bei  $13^{\circ}$  C. 998,74 Unzen avoir-du-poids-Gewicht, ROYER. 1 engl. Würfelzoll wiegt bei  $15,6^{\circ}$  C. 252,506 Grän, SCARBURGH (*Schw.* 11, 59). 1 Würfelcentimeter wiegt bei  $4^{\circ}$  C. 1 Gramm. Das Wasser ist nur durch größere Gewalt wenig zusammendrückbar; nach PERKINS durch 326 Atmosphären um 0,035, also durch 1 Atmosphäre um 0,000108, ROYER; OERSTEDT durch 1 Atmosphäre um 0,000045 und nach ROYER um 0,000044 (*Gilb.* 72, 173; *Phill. Ann.* 1, 135 u. 2; *Ann. Chim. Phys.* 22, 192); vgl. auch PRAFF (*Gilb.* 72, 173). Bei raschem Zusammenpressen zeigt es ein Blitzen.

Das Wasser siedet bei 28 par. Zoll Barometerstand bei  $100^{\circ}$  C.,  $80^{\circ}$  R.,  $212^{\circ}$  F.,  $0^{\circ}$  D. und nimmt als Dampf den 16fachen Raum ein. Spannung, spec. Gewicht, lichtbre-

chende Kraft und Wärmegehalt des Wasserdampfs s. S. 136, 139 u. 141. Das Wasser ist geschmack- und geruchlos.

#### Zusammensetzung des Wassers:

	M.G.		Berz. u. Dulong.		Maass. spec.
Wasserstoff	1 — 1 — 11,11 — 11,1		Wasserstoffgas	1 — 0,00	
Sauerstoff	1 — 8 — 88,89 — 88,9		Sauerstoffgas	0,5 — 0,50	
Wasser	1 — 9 — 100,00 — 100,0		Wasserdampf	1 — 0,62	

Zersetzungen. 1. Durch Elektricität in Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, wie dies DEIMANN und TROOSTWIEZ fanden. Lufthaltiges Wasser liefert hierbei zugleich Ammoniak und Salpetersäure; bei Gegenwart von Salzen im Wasser, oder in den Gefäßen, z. B. im Glase, werden auch diese zersetzt.

2. Die Metalle der Alkalien und das Mangan nehmen bei der gewöhnlichen Temperatur, Kohlenstoff, Zink, Zinn und Eisen in der Glühhitze den Sauerstoff des Wassers unter Entwicklung des Wasserstoffgases. Bei Gegenwart verschiedener Säuren erfolgt diese Zersetzung des Wassers und Entwicklung des Wasserstoffgases schon bei oder unter der Siedhitze durch Mangan, Antimon, Wismuth, Cadmium, Zink, Zinn, Eisen, Kobalt und Nickel.

3. Chlor vereinigt sich bei Einwirkung des Lichts in der Glühhitze mit dem Wasserstoff des Wassers, wobei der Sauerstoff in Gasform frei wird.

4. Beide Bestandtheile des Wassers treten in neue Verbindungen beim Zusammenbringen von Phosphor, Schwefelphosphor, und vielen Kohlenstoff-, Boron-, Phosphor-, Schwefel-, Selen-, Iod-, Chlor- und Fluor-Metallen mit reinem oder mit säurehaltigem Wasser.

Verbindungen. — A. Das Wasser geht mit Chlor, vielen Säuren, Salzbasen und Salzen Verbindungen nach bestimmten Zahlen von Mischungsgewichten ein. Die Affinität des Wassers zu diesen Stoffen ist zum Theil sehr groß, so daß die Verbindung oft mit bedeutender, bis zum Glühen gehender, Wärmeentwicklung erfolgt. Ein und dieselben Stoffe sind oft nach mehreren bestimmten Verhältnissen mit Wasser verbindbar. Man kann alle diese

rt, und welche eine flüssige  
Chlor, fast allen Säuren,  
organischen Verbindun-  
sen wässrige Auflösun-  
fest ist; wässrige, ver-  
per auch für sich flüssig  
Diese Verbindungen lassen  
sich das Wasser einen gas-  
e, bei welchen es einen andern  
n festen Körper in sich aufnimmt.  
chluckt sämtliche Gasarten. Von  
sich ein gleiches Maafs auf, von an-  
dern bei weitem mehr.

Maafse Gas

, Henry, Saussüre, Davy

---	---	---	700 J. Davy.
---	---	670	780 Thomson.
---	---	480	516 Thomson.
---	---	---	263 J. Davy.
---	43,78	30	33 Thomson.
---	---	---	über 7 Stadion.
---	---	---	4,5 Gay-Lussac.
gef. ---	---	---	---
---	---	---	über 3 Berzelius.
1,08	2,53	---	3 Gay-Lussac u. Thénard.
1,08	1,06	---	---
0,86	0,76	0,54	---
5 ---	0,155	---	---
5 0,0214	---	0,025	0,018 Gengembre.
---	0,051	---	---
37 1,014	---	---	---
7 0,037	0,065	---	---
7 0,050	---	0,10	---
6 0,0153	0,042	---	---
6 0,0201	0,062	0,02	---
6 0,0161	0,046.	---	---

äußern Drucke auch ein minder leicht  
uckbares Gas stehe, so nimmt das Was-  
emperatur immer gleichviel Maafse von  
iewichte nach von einem Gase, wenn es  
ppelten Luftdrucke befindet, noch einmal

Zahl von Mischungsgewichten Wasser in sich auf, erst wenn die Auflösung concentrirter und wärmer, letzteres, wie sie verdünnter und kühler ist, und hiermit ist wesens verschiedene Krystallform verbunden (schwefelsaures und seniksaures Natron), so wie auch ein Salz in seinem wasserfreien Zustande immer eine andere Krystallform besitzt, im gewässerten (Anhydrit und Gyps). Das an die Salze bundene Wasser heist ebenfalls Krystallwasser, und ist dem in verschiedener Menge vorkommenden und oft fehlenden, und auf die Krystallform keinen Einfluß äussern, bloß mechanisch beigemengten Verknisterungswasser (S. zu unterscheiden.

Sowohl die Krystallwasser haltenden Säuren und Salzen, als auch Salze verlieren dasselbe bei einer gewöhnlichen höheren Temperatur vollständig. Bei rascher Erhitzung lösen sie sich anfänglich oft in dem Krystallwasser mehr oder weniger vollständig auf, sie kommen in *wässrigen Flufs*; Wasser verdampft dann unter Kochen, und treibt, wenn geschmolzene Salz zähe ist, dasselbe zu einer schwammigen Masse auf (Borax, Alaun); hierauf lassen sich mehrere wasserentwässerten Salze in der Glühhitze schmelzen, und ist bei diesen dieser *feurige Flufs* vom wässrigen zu unterscheiden. Viele wasserhaltige Krystalle verlieren ihr Wasser schon unter der Temperatur, bei welcher sie in wässrigen Flufs kommen, vorzüglich leicht, wenn sie sich in einem luftleeren oder luftgefüllten Raume befinden, welcher Wasseröl, Kalihydrat, Kalk, Chlorcalcium oder eine andere, wasser- und Wasserdampf begierig verschluckende Materie enthält (Vogel, *Schw.* 22, 160). Solche Verbindungen, die selbst bei gewöhnlicher Temperatur in mäßig trockener Luft ihr Wasser, wenigstens zum Theil, verlieren, heißen *verwitternde* oder *fatiscirende*. Hierbei behalten sie zwar ihre äussere Form, werden aber undurchsichtig, poros und leicht zerreiblich.

B. Das Wasser geht endlich noch mit vielen Körpern losere Verbindungen in unbestimmten Verhältnissen ein,

ichen das Wasser überwiegt, und welche eine flüssige statt haben; namentlich mit Iod, Chlor, fast allen Säuren, Alkalien, vielen Salzen, vielen organischen Verbindungen u. s. w. Diese Verbindungen heißen *wässrige Auflösungen*, wenn der andere Körper an sich fest ist; *wässrige, verdünnte Stoffe*, wenn der andere Körper auch für sich flüssig ist, wie verschiedene Säuren. Diese Verbindungen lassen sich in solche trennen, bei welchen das Wasser einen gasförmigen Körper, und in solche, bei welchen es einen andern schwerer-flüssigen oder einen festen Körper in sich aufnimmt.

a. Das Wasser verschluckt sämtliche Gasarten. Von einigen nimmt es ungefähr ein gleiches Maafs auf, von andern weniger, von noch andern bei weitem mehr.

Maafs Wasser absorbirt Maafse Gas

Dalton, Henry, Saussüre, Davy

Phosphorergas	—	—	—	—	700 J. Davy.
Phosphorakgas	—	—	—	670	780 Thomson.
Phosphores Gas	—	—	—	480	516 Thomson.
Phosphoräuregas	—	—	—	—	263 J. Davy.
Phosphorsäures Gas	20	—	43,78	30	33 Thomson.
Phosphorwasserstoffgas	—	—	—	—	über 7 Stadion.
Phosphorwasserstoffgas	—	—	—	—	4,5 Gay - Lussac.
Phosphorwasserstoffgas	2 ungef.	—	—	—	—
Phosphorsäures Gas	—	—	—	—	über 3 Berzelius.
Phosphorsäures Gas	1	1,08	2,53	—	3 Gay - Lussac u. Thénard.
Phosphorsäures Gas	1	1,08	1,06	—	—
Phosphorwasserstoffgas	1	0,86	0,76	0,54	—
Phosphorwasserstoffgas	0,125	—	0,155	—	—
Phosphorwasserstoffgas	0,125	0,0214	—	0,025	0,018 Gengembre.
Phosphorwasserstoffgas	—	—	0,051	—	—
Phosphorwasserstoffgas	0,037	1,014	—	—	—
Phosphorwasserstoffgas	0,037	0,037	0,065	—	—
Phosphorwasserstoffgas	0,037	0,050	—	0,10	—
Phosphorwasserstoffgas	0,0156	0,0153	0,042	—	—
Phosphorwasserstoffgas	0,0156	0,0201	0,062	0,02	—
Phosphorwasserstoffgas	0,0156	0,0161	0,046.	—	—

Unter welchem äufsern Drucke auch ein minder leichtes Wasser verschluckbares Gas stehe, so nimmt das Wasser bei derselben Temperatur immer gleichviel Maafse von auf, also dem Gewichte nach von einem Gase, wenn es unter einem doppelten Luftdrucke befindet, noch einmal

so viel, und wenn es sich unter dem halben Luftdrucke befindet, halb so viel, als wenn es unter dem einfachen Luftdrucke steht. HENRY. Bei Gasarten, von welchen das Wasser mehr als 1 Maafs verschluckt, nimmt die Verschluckbarkeit bei verstärktem oder vermindertem äussern Druck nicht in einem so grossen Verhältnisse zu oder ab. Dem verstärkten und geschwächten äussern Drucke ähnlich wirken Erhaltung und Erhitzung, durch welche der Umfang des Gases ebenfalls verringert oder vergrößert wird, so dass das Wasser von jedem Gase in der Kälte ein gröfseres Gewicht verschluckt, als in der Wärme.

Bietet man dem Wasser ein Gemenge von 2 oder mehreren Gasen zur Absorption dar, so absorbirt es beide Gase, jedoch nimmt es von jedem derselben weniger auf, als wenn es sich blofs mit einem von ihnen in Berührung befände.

Nach DALTON hängt die Gröfse der Absorption der einzelnen Gase von der Dichtigkeit ab, welche jedes derselben im unabsorbirten gebliebenen Gemenge besitzt. Da z. B. die Luft  $\frac{21}{100}$  Maafs Sauerstoffgas auf  $\frac{79}{100}$  Maafse Stickgas enthält, und da 1 Maafs Wasser nach SAUSSURE von reinem Sauerstoffgas  $\frac{1}{16}$  Maafs, von reinem Stickgas  $\frac{1}{24}$  Maafs aufnimmt, so nimmt 1 Maafs Wasser aus der Luft auf  $\frac{21}{100} \cdot \frac{1}{16}$  Maafs = 0,0131 Maafs Sauerstoffgas, und  $\frac{79}{100} \cdot \frac{1}{24}$  Maafs = 0,0329 Maafs Stickgas, zusammen 0,046 Maafs auf. Dieses beträgt auf 100 Maafs Gas 4,6 Maafs Sauerstoffgas. Beim fortgesetzten Kochen von, der Luft entzogenem, Wasser erhielten v. HUMBOLDT und GAY-LUSSAC ein Gasgemenge, welches 28 bis 33 Maafs Sauerstoffgas und 72 bis 67 Maafs Stickgas enthielt. Ist ein Gemenge von leicht absorbirbaren Gasen in einem eingeschlossenen Raume mit Wasser in Berührung, so ändert sich das Verhältnifs seiner mengtheile, wenn nicht das Wasser sämtliche Gase in demselben Verhältnisse verschluckt, in welchem sie gemengt sind. Immer nach DALTON folgendes Gesetz: Bedeutet A, B, C u. s. f. den Umfang der einzelnen im Gasgemenge befindlichen 3 und mehr Gasarten; a, b, c u. s. f. die im unabsorbirten Gasrückstand bleibende Menge derselben, w den Umfang des Wassers und  $\frac{w}{n}$ ,  $\frac{w}{p}$  das Raumverhältnifs, in welchem jede dieser Gasarten sich vom Wasser verschluckbar ist, so ist:  $A = a + \frac{w}{m} \cdot \frac{a}{a+b+c \text{ u. s. f.}}$ ;  $B \text{ ist } = b + \frac{w}{n} \cdot \frac{b}{a+b+c \text{ u. s. f.}}$ ;  $C \text{ ist } = c + \frac{w}{p} \cdot \frac{c}{a+b+c \text{ u. s. f.}}$ ;  $A + B + C = a + b + c \text{ u. s. f.} + \frac{w}{a+b+c \text{ u. s. f.}} \cdot \left( \frac{a}{m} + \frac{b}{n} + \frac{c}{p} \text{ u. s. f.} \right)$



Die Absorption eines Gases erfolgt um so schneller, je größer der äußere Druck, je niedriger die Temperatur und je mehr Berührungspunkte statt finden, also beim Schütteln schneller, als in der Ruhe. — Bei jeder Absorption eines Gases durch Wasser scheint Wärme frei zu werden, die bei reichlicher verschluckbaren Gasen, wie bei salzsaurem Gas, über 100° geben kann, bei kohlensaurem Gas höchstens 1° beträgt, und bei noch weniger absorbirbaren Gasen kaum merklich ist. — Auch nimmt das Wasser durch die Absorption eines Gases an Umfang zu.

Die Verbindung des Wassers mit einer Luftart wird aufgehoben: 1. Durch Luftverdünnung. — 2. Durch Temperaturerhöhung. — 3. Durch das Hinzutreten anderer Gase. — 4. Durch das Hinzutreten nicht luftförmiger, mit Wasser unlöslicher Substanzen. — 5. Durch das Gefrieren des Wassers. — 6. Durch besondere mechanische Veranlassungen.

Zu 1. Weil das Wasser von einer 100fach verdünnten Luftart nach gleichviel, aber dem Gewichte nach nur  $\frac{1}{100}$  Theil enthält, als wenn sich die Luft unter gewöhnlichem Drucke befindet, so muß, wenn mit Gas gesättigtes Wasser unter die Luft gebracht wird, das Gas im Verhältniß der Verdünnung das Wasser verlassen. Die Gasentwicklung ist aber nie eine vollständige, theils, weil kein absolut luftleerer Raum hervorgebracht werden kann, theils, weil am Ende die Affinität des Wassers zum Gas über seine Elasticität siegt. Dieses tritt bei schwach absorbirbaren Gasen erst spät ein, bei leicht absorbirbaren Gasen früher, so daß sich z. B. aus wässriger Salzsäure durch die Verdünnung nur ein kleiner Theil des salzsauren Gases entwickeln kann, darauf die übrige Verbindung des Wassers mit Salzsäure als Dampf verdampft.

Zu 2. Durch höhere Temperatur wird die Elasticität des Gases und seine Absorbirbarkeit geschwächt. Hierdurch kann immer bloß ein Theil des Gases entfernt werden. Kommt endlich das Wasser zum Kochen, so scheint die Anziehung, welche die sich bildenden Wasserdämpfe gegen die Gasart besitzen (S. 19 u. 126), letztere zu veranlassen, ihre Verbindung mit dem kalten Wasser fast völlig zu verlassen und sich, mit den Wasserdämpfen gemengt, zu entwickeln. Mehrstündiges Kochen entfernt daher die schwerer absorbirbaren Gase und das Ammoniak aus dem Wasser; dagegen nicht die übrigen leichter verschluckbaren Luftarten, wie salzsaures Gas, von diesem kann sich zwar

anfangs ein Theil gasförmig abscheiden, dann verdampft aber sämmtliches Wasser mit sämmtlicher Salzsäure als ein chemisch verbundenes Ganzes, und der noch nicht verdampfte Rückstand ist so reich an Salzsäure, wie der verdampfte. Es ist auffallend, daß sich das Stickgas viel leichter aus dem Wasser durch Kochen entfernen läßt, als das Sauerstoffgas, so daß, wenn man lufthaltiges Wasser kocht, und die sich dabei entwickelnde Luft in verschiedenen Antheilen auffängt, die ersteren verhältnißweise viel weniger Sauerstoffgas, als mehr Stickgas enthalten, als die letzteren.

Zu 3. Kömmt, mit einer Luftart A gesättigtes, Wasser mit einer andern Luftart B in Berührung, so wird, dem obigen Dalton'schen Gesetze gemäß, so viel von der erstern ausgetrieben, als von der letztern aufgenommen werden, bis vom Gase A bloß noch  $\frac{w}{m} \cdot \frac{n}{a+b}$  verschluckt geblieben, und ausserdem vom Gase B noch  $\frac{w}{n} \cdot \frac{b}{a+b}$  aufgenommen ist. Ist hierbei die Verschluckbarkeit beider Gase dieselbe, also  $m = n$ , so wird das mit dem Wasser in Berührung gebrachte Gas B bei seiner Umwandlung in ein Gemisch von A und B keine Umfangsänderung erleiden; ist dagegen B reichlicher oder minder reichlich verschluckbar als A, so wird das entstandene Gasgemenge einen geringern oder einen größern Umfang haben, als das Gas B vorher besaß. Kömmt mit irgend einem andern Gase A gesättigtes Wasser mit der freien atmosphärischen Luft in Berührung, so wird sich A völlig entwickeln, während das Wasser die Gemengtheile der Luft absorbiert. Denn, drücken wir, in obiger Formel, die Menge des nicht absorbiert bleibenden, sondern ausgetriebenen Gases A mit  $a$  aus, und die fast unendliche Menge des nicht absorbierten Sauerstoffgases, Stickgases und kohlensauren Gases, welche zusammen die gemeine Luft constituiren, mit  $b, c$  und  $d$ , so ist der Bruch  $\frac{a}{a+b+c+d}$  so unbedeutend klein, daß, wenn man mit  $\frac{w}{m}$  multiplicirt, eine fast verschwindende GröÙe giebt, welche die Menge ausdrückt, in welcher das Gas A vom Wasser absorbiert bleibt, wenn dieses der freien Luft dargeboten wird. Bringt man umgekehrt irgend ein Gas, z. B. unter einer Glocke, mit lufthaltigem Wasser in Berührung, so wird es zum Theil vom Wasser absorbiert, während das Sauerstoffgas und Stickgas des Wassers die Glocke tritt, und sich dem nicht absorbierten Gase beimischen. Erfolgt durch Temperaturwechsel oder Erschütterung Bewegung in dem Sperrwasser, wodurch das mit dem eingesperrten Gase in Berührung tretende lufthaltige Wasser erneuert wird, so hat das am Ende alles fremdartige Gas absorbiert, und wieder an einer andern Stelle in die Luft ausgehaucht, während die Glocke bloß das Sauerstoffgas und Stickgas der gemeinen Luft enthält.

Zu 4. Löst man in Wasser, welches irgend ein Gas absorbiert enthält, verschiedene Salze, oder fügt man zu demselben V

öl u. s. w., so vermindert sich durch die neue Verbindung, in die das Wasser tritt, die absorbirende Kraft desselben, und es einen Theil des verschluckten Gases entweichen.

Zu 5. Wasser, mit einem Gase vereinigt, von welchem es höchstens 1 Maass aufzunehmen vermag, einer Kälte ausgesetzt, bei welcher es sich in Eis verwandelt, läßt im Moment des Festwerdens das verschluckte Gas frei werden. Die Verbindungen des Wassers mit reichlicher verschluckbaren Gasarten dagegen gefrieren Ganze, ohne daß sich Gas entwickelt.

Zu 6. Wenn gashaltiges Wasser unter einen geringeren äußern Druck oder in eine höhere Temperatur gebracht wird, als, in welchem es gesättigt wurde, so entweicht der Theil des Gases, der nach Obigem frei werden sollte, nicht immer sogleich. Seine Entwicklung wird jedoch beschleunigt theils durch Schütteln, theils durch Hineinwerfen von Sand, Blattsilber und andern eckigen Körpern, durch Eintauchen eines Glasstabes, Drathes u. s. w., und die eingebrachten Körper bedecken sich sogleich mit Gasblasen (vgl. S. u. 131).

Sämmtliche Verbindungen des Wassers mit luftförmigen Gasen sind als chemische zu betrachten. DALTON nimmt an, daß, von welchen 1 Maass Wasser höchstens 1 Maass aufgenommen, würden bloß mechanisch von ihm aufgenommen, so daß die Gasatome in den Poren des Wassers vertheilen. Die Gründe, die dagegen habe ich zusammengestellt in GEHLER's physik. Handbuch, Ausgabe 2, B. 1. S. 73.

h. Die Auflösung tropfbar-flüssiger und fester Körper im Wasser erfolgt theils unter Wärmeentwicklung, theils unter Wärmeverschluckung. Die Verbindung hat meistens eine größere Dichtigkeit, als sich durch Rechnung als Mittel findet. Unter 0° scheidet sich aus diesen Flüssigkeiten oft ein Theil des Wassers oder sämmtliches Wasser als Eis aus. Körper, welche aus der Luft das dampfförmige Wasser anziehen, um sich darin aufzulösen, sind *zerfließende, dehydratirende Körper*. Doch hängt diese Zerfließbarkeit vom Barometerstand und der Temperatur der Luft ab (vgl. GAY-LUSSAC, *Gilb.* 42, 246). Im Ganzen ist das Wasser in den Verbindungen durch geringere Affinität gebunden, als in den unter A aufgeführten Verbindungen \*).

---

\*) Um aus einer Gasart allen Wasserdampf zu entfernen, bedient man sich derjenigen unter A und B, b begriffenen Körper, wel-

Es ist merkwürdig, daß das Wasser nur wenige Stoffe auflöst, und diese nur in geringer Menge; daß es vorzüglich diejenigen Verbindungen aufnimmt, die einen seiner Bestandtheile, oder alle beide enthalten; daß vorzüglich durch Medium des Wassers die saure Reaction der Säuren, die alkalische der Alkalien erst bemerklich wird; daß manche, in Wasser unlösliche, Basen erst dann alkalisch auf Pflanzenfarben einwirken, wenn sie durch irgend eine Verbindung in Wasser löslich gemacht sind z. B. Bleioxyd durch Verbindung mit wenig Essigsäure &c. vgl. DÖBEREINER (*Güb.* 58, 213).

Das Wasser nimmt von einem gegebenen Salze bei einer gegebenen Temperatur gleich viel auf, man bewege das Wasser mit dem Salze, bis es gesättigt ist, bei der gegebenen Temperatur; man löse das Salz in heißem Wasser auf, und lasse es erkalten, längere Zeit stehen, bis aller Ueberschuß herauskrystallisiert. GAY-LUSSAC. Die Auflösbarkeit der Salze in Wasser nimmt im Durchschnitt mit der Temperatur zu; nur beim citronensauren und wenigen andern Salzen zeigt sich das Gegentheil. Auch zeigt sich beim Glaubersalz die merkwürdige Thatsache, daß seine Löslichkeit im Wasser beim Erwärmen bis zu 33° in raschem Verhältnisse zu-, dann bei weiterem Erhitzen wieder langsam abnimmt. — Bei manchen Salzen nimmt die Löslichkeit mit der Erwärmung in einem sehr einfachen Verhältnisse zu, so daß, wenn ihre Löslichkeit bei 0° gefunden ist, und die Zunahme der Löslichkeit bei Temperaturerhöhung um 1°, hieraus die Löslichkeit bei jeder gegebenen Temperatur berechnet werden kann. So lösen 100 Wasser bei 0° 29,23 Chlorkalium auf, und bei jedem Grade Temperaturerhöhung 0,2738 weiter; seine Löslichkeit bei 40° ist also  $29,23 + 40 \cdot 0,2738$ ; auf ähnliche Weise verhält sich schwefelsaures Kali, Chlornatrium, Chlorbaryum und trockene schwefelsaure Bittererde. Bei vielen andern Salzen, wie bei salpetersaurem, chlorsaurem Kali, schwefelsaurem Natron und salpetersaurem Natron steigt die Löslichkeit in einem viel rascheren Verhältnisse, als bei Temperaturerhöhung. GAY-LUSSAC. — Die auflösende Kraft des Wassers gegen ein Salz nimmt bisweilen zu, wenn das Wasser schon ein anderes Salz gelöst enthält, wahrscheinlich theils, weil das eine Salz Affinität gegen das andere hat, theils, weil biswe-

---

che besonders große Affinität gegen das Wasser haben, wie Kali- und Natronhydrats, des Baryts, Strontians, Kalks, des trioxidierten Phosphors, des Phosphorsaurehydrats, trockener zertheilbarer Kalks, wie des salpetersauren Kalks, des essigsauren Kali's, der salzsauren, salpetersauren Bittererde u. s. w., ferner des geblühten Gypses, endlich solcher Körper, welche sich der einzelnen Bestandtheile des Wassers mit Gewalt bemächtigen, wie des Chlorcalciums und des Borons.

weise Zersetzung durch doppelte Affinität eintritt. So löst kohlensaures Kali reichlicher in einer wässrigen Lösung des kohlensauren Kalks, als in reinem Wasser u. s. w. (vgl. LONGCHAMP, *Ann. Chim. Phys.* 9, 5; auch *N. Tr.* 1809).

### B. Wasserstoff - Hyperoxyd.

Reines Wasser, Sauerstoffwasser.

Verh. 1. Wasser, mit Sauerstoffgas geschüttelt, absorbirt nach DALTON und HENRY nur  $\frac{1}{27}$ , nach SAUSURELL 1 Maass Sauerstoffgas, allein DE MÄRTY fand schon, dass Wasser mit der Zeit immer mehr Sauerstoffgas in sich aufnimmt, ohne dass zu bestimmen sey, was aus ihm werde; auch PAVL durch heftige Compression 1 Maass Sauerstoffgas in 2 Maass Wasser. — 2. In reichlicherer Menge wird sich das Wasserstoffhyperoxyd durch Zersetzung des Natrium-, Baryum-, Strontium- oder Calcium-Hydroxyds durch solche wässrige Säuren, welche mit der Salzsäure aus dem Hyperoxyd entsteht, indem dieses seinen Sauerstoff an das Wasser abtritt, ein in Wasser lösliches Salz geben. THENARD.

Herstellung. Man bereitet reinen Baryt durch Glühen eines manganfreien salpetersauren Baryts in einer Porcellanwanne; man bringt den in nussgroße Stücke zerschlagene Baryt in eine beschlagene Glasröhre, erhitzt diese bis zum Glühen, und leitet nun kohlensäurefreies, und abgebrannten Kalk getrocknetes Sauerstoffgas hindurch, in den ersten 8 Minuten begierig vom Baryt verworben. Fangt das Sauerstoffgas an, am anderen Ende der Röhre (aus welcher eine Gasentwicklungsröhre unter Wasser leitet) zu entweichen, so unterhält man den Strom des Sauerstoffgas noch 10 — 15 Minuten lang. Das so gebildete Hyperoxyd wird nach dem Erkalten in einer Flasche aufbewahrt.

— Zu 200 Gramm Wasser fügt man so viel Salzsäure ungefähr zur Neutralisation von 15 Gramm Baryt hinzu; in diese, in einem Cylinder befindliche, durch Eis erkaltete, Flüssigkeit bringt man mittelst

eines hölzernen Spatels 12 Gramm schwach befeuchtetes im Achatmörser zerriebenes Hyperoxyd, welches sich im Wasser vollständig und ohne Aufbrausen auflöst. Nun man den Baryt durch tropfenweise, bis zum schwachen Ueberschuß zugefügtes Vitriolöl; das schnellere Niederfallen des schwefelsauren Baryts ist ein Beweis, daß die Schwefelsäure im Ueberschuß vorhanden ist. Es werden jetzt 12 Gramm Hyperoxyd in derselben Flüssigkeit gelöst, wieder durch Schwefelsäure gefällt. Man trennt jetzt die Flüssigkeit, welche Salzsäure, Schwefelsäure, viel Wasser und wenig Wasserstoffhyperoxyd enthält, durch Filtration vom schwefelsauren Baryt, süßt denselben mit wenig Wasser aus, und hebt das letzte Waschwasser für die folgenden Aussüßungen auf. Das Filtrat wird wieder, wie oben, mit Hyperoxyd und 2mal mit Schwefelsäure zusammengebracht. Hierauf wird wieder filtrirt, und auf dieselbe Weise fortgefahren, bis 90 bis 100 Gramm Baryumhyperoxyd verbraucht sind. Die so erhaltene Flüssigkeit würde bei Zersetzung 25 bis 30 Maaße Sauerstoffgas liefern. Sie wird mit Eis umgeben, mit Baryumhyperoxyd übersättigt; hier scheiden sich gelbbraune Flocken von Alaunerde, Kieselerde, Eisenoxyd und Manganoxyd ab (die von der Porcellanherstellung herrühren), welche man, weil sie Sauerstoffgasentwicklung veranlassen, möglichst schnell durch Filtration durch Leinwand und Auspressen desselben von der Flüssigkeit trennt. Sollte dieselbe noch mehr von diesen Oxyden enthalten, so wird dieselben durch etwas in Ueberschuß zugesetztes Barytwasser gefällt, worauf wiederum eine möglichst rasche Filtration durch mehrere Filter zugleich und Auspressen derselben auf sauberen Leinen nöthig ist. Hierauf schlägt man durch bloßes Wasser, nur in ganz kleinem Ueberschuß hinzugesetzte Schwefelsäure sämmtlichen Baryt nieder, und filtrirt. — Um diese Flüssigkeit, welche bloß Wasser, Wasserstoffhyperoxyd, Salzsäure und sehr wenig Schwefelsäure enthält, von der Salzsäure zu entfernen, wird sie, mit Eis umgeben, durch schwefelsaures Silberoxyd gefällt, welches genau in dem



zugefügt werden muß, daß die über dem niederschlagenden Chlorsilber befindliche Flüssigkeit weder Salzsäure, noch Silber enthält, also weder Silberlösung, noch Salzsäure. (An der schnellern Klärung der vorher trüben Flüssigkeit erkennt man, daß das schwefelsaure Silberoxyd in schätzbarer Menge zugefügt ist). Man trennt die Flüssigkeit durch Filtration und Auspressen vom Chlorsilber, und erhält das Erhaltene nochmals. — Um dieser Flüssigkeit die Schwefelsäure zu entziehen, und ein reines Wasserstoffhyperoxyd zu erhalten, gießt man sie in einem mit Eis umgebenen Glasmörser mit zerriebenen und in Wasser vertheilten Baryt, allmählig fast bis zur gänzlichen Sättigung der Schwefelsäure zu. Hierauf filtrirt man, preßt das Filter zwischen zwei Platten aus, und übersättigt die Flüssigkeit ein wenig mit Wasser, wo außer schwefelsaurem Baryt oft noch Mangan- und Manganoxyd niederschlägt, und daher rasch filtrirt werden muß. Der überschüssige Baryt wird durch vorsichtig hinzugegebene verdünnte Schwefelsäure entfernt, so daß eher etwas freie Schwefelsäure ganz wenig vorwaltet. (Auch kann man die freie Schwefelsäure, statt durch gelöschten Baryt und Wasser, durch künstlich bereiteten fein vertheilten sauren Baryt entziehen). — Um endlich das Wasser aus der Flüssigkeit zu entfernen, gießt man das dieselbe enthaltende Gefäß in eine Vitriolöl-Schale, und bringt das Ganze unter die Glocke der Luftpumpe, wo das Wasser vorzugsweise verdampft; man rührt hier die Flüssigkeit von Zeit zu Zeit; sollte sie Kieselsteinchen absetzen, welche Sauerstoffgasentwicklung verursachen, so ist sie mittelst des Hebers davon zu decantiren, sollte sie Sauerstoffgas entwickeln, was eintritt, sobald die Flüssigkeit gegen 250 Maasse Sauerstoffgas enthält, so gießt man 3 Tropfen verdünnte Schwefelsäure zuzufügen. Die Concentration ist nach einigen Tagen beendigt, wenn die Flüssigkeit bei der Zersetzung 4-5 Maasse Sauerstoffgas entwickelt, denn dieser Rückstand würde bei weiterem Verwei-

len im luftleeren Raume als Ganzes verdampfen. — Aufbewahrung in langen, mit Stöpsel versehenen und mit Eis gegebenen Glasröhren; doch auch so zersetzt sich dieser per allmählig durch langsame Sauerstoffgasentwicklung.

Eigenschaften. Farbloses, durchsichtiges Liquidum 1,452 spec. Gewicht. — Gefriert noch nicht bei — verdampft, wiewohl viel schwerer, als Wasser, im luftleeren Raume bei der gewöhnlichen Temperatur ohne Zersetzung. — Röthet nicht Lackmus, sondern bleicht alle Lackmus- und Curcumapapier; geruchlos; schmeckt herb bitter, dem Brechweinstein ähnlich; macht dabei die Zunge weiß und verdickt den Speichel; auf die Haut gebracht macht es augenblicklich die Oberhaut weiß, und erregt einiger Zeit heftiges Jucken.

	M.G.		Thénard.		
Wasserstoff	1	1	5,9	6,02	Wasserstoffgas
Sauerstoff	2	16	94,1	93,98	Sauerstoffgas
Wasserstoffhyperoxyd	1	17	100,0	100,00	

Zersetzungen. Der Wasserstoff hält das zweite M.G. Sauerstoff sehr lose; durch viele, zum Theil räthselhafte Veranlassungen trennt sich dieses zweite M.G. Sauerstoffgas, dessen Umfang bei 14° und bei 0,76 Baromet. 475fache von dem der Flüssigkeit beträgt, oft mit großer Schnelligkeit, und mit *Wärmeentwicklung* und oft sogar im Dunkeln zu bemerkender, *Lichtentwicklung* vom zurückbleibenden Wasser. Die Explosion erregen vorzüglich Sauerstoffoxyd, rothes oder braunes Bleioxyd, Manganhyperoxyd, Osmium, Platin und Silber, wenn man auf ihr höchst feines Pulver das Wasserstoffhyperoxyd tropfenweise fallen läßt.

Die Zersetzungen sind folgende:

1. In dem Kreise der Voltaischen Säule zersetzt das Hyperoxyd, gleich dem Wasser, allmählig in Wasserstoffgas am negativen, in Sauerstoffgas am positiven Pole, daß letzteres mehr beträgt, als beim Wasser.

durch eine gewisse höhere Temperatur. In der Frostzeit zersetzt sich das Wasserstoffhyperoxyd sehr langsam; bei gewöhnlicher Temperatur entwickelt es nur bisweilen eine Blase Sauerstoff, so daß es erst nach einigen Monaten zersetzt ist; bei 20° Blasenwerfen schon bemerklicher. Dieses kann bei einer Erhitzung bis zu 100° in eine Art von Explosion übergehen. Am Ende ist reines Wasser übrig. Sonnenlicht scheint die Zersetzung bei gewöhnlicher Temperatur nicht zu beschleunigen.

Durch Berührung mit gewissen Materien, welche hierin unverändert bleiben, theils einen Theil des Sauerstoffes des Hyperoxyds aufnehmen, theils umgekehrt zu Sauerstoffgas eigenen Sauerstoff entwickeln. Die Heftigkeit, mit der diese Materien die Sauerstoffgas-entwicklung aus dem Hyperoxyd zuwege bringen, hängt theils von ihrer chemischen Natur ab, theils von ihrer verschiedenen feinen Vertheilung. Je größer diese, desto schneller ist die Wirkung.

Substanzen, welche Sauerstoffgas entwickeln, ohne dabei eine Veränderung zu erleiden, sind: Kohle, Silber, Gold, Platin, Palladium, Iridium, Osmium (diese heftig), Quecksilber, Kupfer, Nickel, Kobalt und Cadmium (diese mäßig). Sehr heftige Zersetzung bewirken ferner Manganhyperoxydul und Hyperoxydul, Kobalthyperoxyd, Massicot; mäßiges Bismutoxyd, Kali oder Natron (auch wenn sie in Wasser gelöst sind), Bittererdehydrat, Nickeloxyd und Nickeloxydhydrat; Eisenoxyd, Kupferoxyd, Wismuthoxyd, Bittererde; sehr mäßig Eisenoxydul-Oxyd, Uranoxyd, Titanoxyd, Ceroxyd, das Hyperoxydhydrat von Baryum, Strontium oder Calcium. Kohlensaures Natron, doppelt-kohlensaures Kali, schwefelsaures Manganoxydul, schwefelsaures Zinkoxyd und Kupferoxyd, Chlorcalcium, Chlornatrium, Chlorbaryum, Chlorantimon, salzsaures Manganoxydul, und salpetersaures Manganoxydul, Kupferoxyd, Quecksilberoxydul und Silberoxyd, erfolgt mäßig rasche Zersetzung durch Faserstoff des Menschen (dabei keine Veränderung zu erleiden scheint, da er zu demselben Zwecke angewendet werden kann) und ausgewaschene Parenchyma der Lunge, Niere und Milz, in denen diese thierische Theile entwickelte Sauerstoffgas ist freigesetzt (Sauerstoff und Stickgas); während flüssiges und geronnenes Eiweiß und Harnstoff nicht zersetzend einwirken.

Substanzen, welche nicht bloß den Sauerstoff des Hyperoxyds aufnehmen, sondern zugleich ihren eigenen, und dadurch red. werden (z. B. Platinoxyd, Goldoxyd, Silberoxyd, Quecksilberoxyd, welche selbst zu Metall reducirt werden), und rothes und braunes

nes Bleihyperoxyd (welche auf die Stufe des gelben Oxyds zu gehen). Die Wirkung ist bei allen diesen Oxyden sehr heftig. Die Reduction betrachtet TÄNNER als eine Folge der Wärmeentwicklung.

c. Folgende Stoffe nehmen, während sie einen Theil des Sauerstoffs des Hyperoxyds in Gasgestalt frei werden lassen, den übrigen Theil in sich auf, und verwandeln sich in folgende Materien: Selen in Selensäure (heftig wirkend); Kalium in Kali; Natrium in Natron; Arsenik in Arseniksäure; Molybdän in Molybdänsäure (4 unter heftiger Wirkung und Entflammung); Scheel in Scheelsäure (mässig heftig); Chrom in Chromsäure; Zink in Zinkoxyd (sehr schwach); Barythydrat in Hyperoxydhydrat; Kupferoxydhydrat in das gelbe Hydrat eines höhern Oxyds; Manganoxydulhydrat in Hyperoxydulhydrat; Kobaltoxydhydrat in Hyperoxydhydrat; Eisenoxydulhydrat in Eisenoxydhydrat; arsenige Säure in Arsenik- oder Schwefelarsenik und Schwefelmolybdän, unter heftiger bis zur Lichteentwicklung gehender Wirkung, in Schwefel und in Arsenik- oder Molybdänsäure; Schwefel-Antimon, -Blei, -Eisen und -Kupfer schwefelsaures Metalloxyd unter starker Wärmeentwicklung (Schwefelwismuth und Schwefelzinn wirken sehr schwach, Schwefelkupfer, Silber und Schwefelsilber gar nicht); Mineralkermes und hydrogensaures Eisenoxydul unter heftiger Wirkung in schwefelsaures Metalloxyd, und eben so hydriodsaurer Baryt wahrscheinlich in Salzsäure.

d. Folgende Stoffe nehmen das zweite M.G. Sauerstoff des Wasserstoffhyperoxyds völlig auf, ohne einen Theil frei werden zu lassen, und werden dadurch zu folgenden Substanzen: Schwefelsäure zu Schwefelsäure; wässrige Hydrothionsäure langsam in Wasser und Schwefel; wässrige Hydriodsäure zu Wasser und Iod; Wasser gelöster Baryt, Strontian und Kalk zu Hyperoxydhydrat; Zinnoxidulhydrat zu Zinnoxidhydrat.

In Berührung mit Pflanzenstoffen, wie kleesaurem Kali, kohlensaurem Kali, Weingeist, Campher, Olivenöl, Sandarak, Holzklee, Starkmehl, Gummi und gemeinem und Manna-Zucker entwickelt zwar das Hyperoxyd nicht auffallend mehr Sauerstoffgas, als sich aufbewahrt, jedoch zeigt sich dieses Gas, wenigstens bei Zucker und Starkmehl, mit kohlensaurem gemengt.

Ohne zersetzende Wirkung zeigen sich Antimon, Tellur, Zinn und Eisen; Alaunerde, Kieselerde, Scheelsäure, Chromoxyd, Antimonoxydul, antimonige Säure und Zinnoxid; phosphorsaures Natron, schwefelsaures Kali, Natron, Baryt, Strontian und Alaun, mineralischer Turbith, chlorsaures Kali, salpetersaures Natron, Baryt, Strontian und Bleioxyd, Chlorzink, Sublimat, Chlorzinn im Maximum.

**bindungen.** a. Das Wasserstoffhyperoxyd ist in allen **nissen** mit Wasser mischbar. Aus diesem Gemische **in der Kälte** ein Theil des Wassers heraus. Diese **stände**, welche die Zersetzung des reinen Hyperoxyds **ssen**, bewirken auch die des mit Wasser gemischten, **da die Zersetzung** minder heftig, nie mit Lichtentwi-  
**ng**, meistens mit keiner Wärmeentwicklung verbunden **nicht so schnell** beendigt ist.

b. Das Wasserstoffhyperoxyd geht mit wässrigen Säuren, **mit Phosphor-**, Schwefel-, Salz-, Salpeter-, Arsenik-, **l-, Wein-**, Citronen- und Essigsäure Verbindungen ein, **welchen** es minder leicht zersetzbar ist, und in welchen **einige Zeit** die Säure für stärker oxydirt hielt. Man er-  
**the theils** durch unmittelbares Zusammenmischen, theils **in Auflösen** des Baryumhyperoxyds in einer wässerigen **st**, und durch Fällung des Baryts mittelst behutsam zu-  
**stärkter Schwefelsäure**, theils, indem man die Verbindung **von Salzsäure** mit Wasserstoffhyperoxyd durch die **Verbindung** des Silberoxyds mit derjenigen Säure zersetzt, **um man** an das Wasserstoffhyperoxyd bringen will. In **den Verbindungen** ist der Sauerstoff inniger gebunden, so **da die Entwicklung** des Sauerstoffgases minder leicht und **weniger** aus ihnen erfolgt, als aus dem reinen Wasserstoff-  
**oxyd**; bei der Neutralisation dieser Säuren mit einem **tritt** die vorige leichte Zersetzbarkeit wieder ein. Je **viel Säure** dem Wasserstoffhyperoxyd beigemischt ist, um so mehr **durch die Affinität** der Säure zu demselben dessen Zersetzung **höhere Temperatur** und durch Hinzubringen der meisten der **genannten Körper** erschwert. Dabei ist es auffallend, dals, **als Gold** das reine Hyperoxyd viel heftiger zersetzt, als Wis-  
**doch eine kleinere Menge** von Säure nöthig ist, um die zer-  
**de Wirkung** des Goldes aufzuheben, als die des Wismuths.  
In diesen mit Wasserstoffhyperoxyd verbundenen Säuren lösen **mehrere Metalle** ruhig auf, indem sie den Sauerstoff des Hy-  
**yds aufnehmen**, dasselbe dadurch in Wasser verwandeln, und **in oxydirten Zustände** mit den Säuren vereinigen. Braunstein,  
**er bei seiner zersetzenden Einwirkung** auf reines Wasserstoff-  
**oxyd keine Veränderung** erleidet, entwickelt, wenn demselben **sel - , Salz - oder Salpeter - Säure** beigemischt ist, so viel

Sauerstoff, daß er zu Manganoxydul reducirt wird, und als solches in den Säuren auf. Also die repulsive Kraft erstoffs vom Wasserstoffhyperoxyd auf den Sauerstoff vorsteht nebst der Affinität der Säuren zu Manganoxydul bei Zersetzung des Braunsteins, welche durch eine dieser Urtheile nicht hervorgebracht werden kann.

### C. Wasserstoff-Suboxyd?

Zwar nimmt das Wasser nach HENRY nur  $\frac{1}{64}$ , nach SAUSSURE  $\frac{1}{22}$  Maafs Wasserstoffgas allein da sich nach PAUL durch starken Druck 1 Maafs Wasserstoffgas in 3 Maafs Wasser treiben läßt, und da man fand, daß das Wasser sich nach und nach immer mehr mit Wasserstoffgas vereinigen lasse, so wird hieraus die Existenz eines Wasserstoffsuboxyds sehr wahrscheinlich, welches aus 2 M.G. Wasserstoff 1 M.G. Sauerstoff enthalten soll nach KASTNER (*Berl. Jahrb.* 1820, 472) werden durch wiederholtes Sättigen des Wassers mit Schwefelsäure in der Kälte und Entziehen des Schwefels an sich selbst mittelst verschiedener Metalle.

Fernere Verbindungen des Wasserstoffs. A. Der Wasserstoff bildet 15 *Wasserstoffsäuren*, *Hydracides*, nämlich: die hydrothionige, die Hydrothion-, die Hydroselen-, die hydriodige, die Hydrothion-Schwefel-, die Salz-, die Fluß-, die Blau-, die Schwefelblau-, die schwefelte Schwefelblau-, die Hydrothion-Schwefelblau-, die Hydrotellur-Säure. Die 14 ersten können als *mineralische Wasserstoffsäuren* von der letzten, als einer *metallischen Wasserstoffsäure* unterschieden werden\*). Die Wasserstoffsäuren enthalten meistens 1 M.G. Wasserstoff.

---

\*) Viele Chemiker sehen mit DAVY in den Wasserstoffsäuren den Wasserstoff als die säurefähige Grundlage, und dagegen die Säure als das säuernde Princip, wofür die elektrochemische Ansicht zu sprechen scheint. In der That bilden Schwefel, Selen, Iod, Chlor u. s. f. mit keinem andern Element gerade mit Sauerstoff oder Wasserstoff eine Säure zu bilden (denn daß man an Phosgen, Chlorphosphor im Maximum und Chlorcyan lackmusröthende Eigenschaften gefunden hat, läßt sich aus der Gegenwart einer Spur von Wasser und, auch von Kohlensäure ableiten), und da die wasserstoffreichen



Bringt man eine Wasserstoffsäure, z. B. Hydrothion-, Hydro-, Hydriod-, Salz- oder eine andere Säure, mit einem salzsauren Metalloxyd in Berührung, so sind folgende 2 Fälle möglich. 1. Entweder verbindet sich die Wasserstoffsäure als solche mit dem Metalloxyd als solchem zu einem wasserstoffsäuren Metall- 2. Oder der Wasserstoff der Wasserstoffsäure verbindet sich mit dem Sauerstoff des Metalloxyds zu Wasser, und das Radical der Wasserstoffsäure mit dem Metalle des Metalloxyds zu einem Selen-, Selen-, Iod-, Chlor- u. s. w. Metall, und zwar reicht der Wasserstoff der Säure gerade hin, um mit allem Sauerstoff des Metalloxyds Wasser zu bilden; oder er ist überschüssig, es bleibt also z. B. neben dem gebildeten Schwefelmetalle u. s. f. noch unzersetzte Hydrothionsäure u. s. f.; oder es ist der Wasserstoff des Metalloxyds über den Wasserstoff der Säure vorwiegend und es bleibt neben dem Schwefelmetall u. s. f. noch unzersetztes Metalloxyd. In dem Falle, wo beim Zusammenbringen einer wasserstoffsäuren Säure mit einem Metalloxyd eine in Wasser unlösliche Verbindung entsteht, welche, nach gehörigem Trocknen, weiterem Erhitzen kein Wasser entwickelt, läßt sich mit Bestimmtheit annehmen, daß der Fall 2. eingetreten ist. Wenn dagegen durch Zusammenbringen einer wässrigen Wasserstoffsäure mit einem Metalloxyd entstehende Körper entweder im Wasser gelöst, oder, wenn er sich daraus abscheidet, doch beim, nach dem Trocknen vorgenommenen, stärkern Erhitzen noch Wasser abgibt, so sind beide Fälle denkbar, und es läßt sich nicht bestimmen, welcher von beiden wirklich eingetreten ist. Man kann also zwar, daß beim Vermischen der in Wasser gelösten Salzsäure und des Silberchlorids Silber und Wasser entsteht, weil der gebildete weisse Niederschlag nach dem Trocknen sich bloß aus Chlor und Silber zusammengesetzt zeigt, und also beim Erhitzen kein Wasser entwickelt; allein man weiß nicht, ob, wenn man wässrige Salzsäure mit wässrem Natriumoxyd vermischt, die so erhaltene Flüssigkeit eine Verbindung von salzsäurem Natriumoxyd (welches erst beim Abdampfen des Wassers sich in verdampfendes Wasser und Chlornatrium zerlegt) oder von schon gebildetem Chlornatrium in Wasser ist, oder ob der Niederschlag, welchen Hydrothionsäure mit in Wasser gelöstem schwefelsäurem Zinkoxyd bewirkt, sofern derselbe, auch nach völligen Trocknen, bei stärkerem Erhitzen noch Wasser abgibt, eine Verbindung von Hydrothionsäure und Zinkoxyd (die erst bei höherer Temperatur in Wasser und Schwefelzink zerfällt).

Hydrothion- und Hydriodsaure stärkere Säuren sind, als die wasserstoffsaure hydrothionige und hydriodige Säure, so scheint es mir einfacher, den Grund der sauren Natur der Wasserstoffsäuren vorzugsweise im Wasserstoff zu suchen.

setzen), oder als eine Verbindung von Schwefelzink und Wasser als gewässertes Schwefelzink zu betrachten ist. — Dergleichen wenn man Schwefelkalium oder Chlornatrium in Wasser löst, weiß man nicht, ob es sich als solches löst, oder, unter Zersetzung des Wassers, als hydrothionsaures Kaliumoxyd und als salzsaures Natriumoxyd.

Nach der einen Ansicht, welche von BERZELIUS, GAY-LUSSAC u. A. angenommen ist, giebt es demnach keine wasserstoffsauren Metalloxyde, sondern gewässerte, oder in Wasser gelöste Schwefel-, Selen-, Iod-, Chlor- u. s. f. Metalle. Nach der andern Ansicht, welche in diesem Werke befolgt ist, sind die Schwefel-, Selen-, Iod-, Chlor- u. s. f. Metalle nicht als solche mit Wasser verbindbar und darin löslich, sondern bloß, sofern sie sich durch Zersetzung eines Theils des Wassers und Aneignung von dessen Bestandtheilen in wasserstoffsaure Metalloxyde verwandeln. Will man die Ansicht von BERZELIUS und GAY-LUSSAC consequent durchführen, so hat man nicht bloß anzunehmen, daß beim Vermischen wässriger Flusssäure und Boraxsäure Fluorboron und Wasser entsteht, sondern auch, daß durch Vermischung von Salzsäure und Phosphorsäure: Chlorphosphor und Wasser; von Salzsäure und Schwefelsäure: Chlorschwefel und Wasser; von Salzsäure und Salpetersäure: Chlorstickstoff und Wasser; von Salzsäure und Kohlensäure: Chlorkohlenstoff und Wasser entstehen, u. s. f. Von diesen Annahmen sind mehrere ganz unzulässig, und dennoch läßt sich bei dieser Ansicht von BERZELIUS keine Gränze angeben, zwischen Sauerstoffverbindungen sich die Wasserstoffsäuren zerlegen und mit welchen nicht.

B. Es giebt eine durch Wasserstoff hervorgerufene salzfähige Basis, das Ammoniak.

C. Die übrigen unorganischen Verbindungen des Wasserstoffs erscheinen theils als brennbare Gasarten, wie erzeugendes Gas, Kohlen-, Boron-, Phosphor-, Kalium-, Senik- und Zink-Wasserstoffgas, theils als feste Körper, Wasserstoffkalium und Wasserstoffarsenik.

D. In allen organischen Verbindungen macht der Wasserstoff einen wesentlichen Bestandtheil aus.

bode (*Schw.* 16, 97), durch Weißglühen von 2 Eisen mit 1 unstein und 1 Kienruß, und durch Auskochen des so erhaltenen Graphits mit Salpetersalzsäure einen reinen metallglänzenden Kohlenstoff zu bereiten, welchen er als ein Metall, Carbonium, be-  
zeichnet (was ist aber dann der Diamant?), liefert nach GAY-LUSSAC (*Ann. Chim. Phys.* 4, 69) ein eisenhaltiges Product.

Eigenschaften. Der Diamant krystallisirt in meist farblosen, durchsichtigen, regulären Oktaedern und deren Abänderungen (*fig.* 2, 6, 10 u. a), von 3,5 spec. Gew., von der größten Härte, von eigenthümlichem Glanze, vom stärksten Lichtbrechenden Vermögen, nicht die Elektricität leitend. — Der durch Glühen einer organischen Substanz erhaltene Kohlenstoff, so wie der durch Zersetzung der Kohlensäure erhaltene, erscheint undurchsichtig, schwarz, häufig metallisch glänzend, weich (jedoch durch heftiges Glühen bis zum Ritz-  
en des Glases erhärtend), und leitet, nach den Metallen, die Elektricität am besten. — Ob diese Verschiedenheiten der Kohle von mangelnder Krystallisation herrühren, oder von schwachen Beimischungen von Wasserstoff, Sauerstoff, Kalium u. s. w., ist nicht ausgemacht. — Aller Kohlenstoff gehört zu den am schwierigsten schmelzbaren und verflüchtbaren Stoffen, und ist geschmack- und geruchlos.

Diamant, der Flamme eines sehr starken Knallgasgebläses auf einer Unterlage von Kalk oder Reifsblei ausgesetzt, verbrennt schnell; der noch unverbrannte Theil ist an den Ecken abgerundet und rau-  
ig geworden, hat viel von seinem Glanz verloren, und zeigt viele Ringe, den Blätterdurchgängen entsprechend. Ob oberflächliche Ver-  
änderung eingetreten ist, ist nicht ausgemacht. Graphit liefert Knallgasgebläse, während ein Theil verbrennt. viele geschmol-  
zene, Glas ritzende, die Elektricität nicht leitende Kügelchen, theils schwarz und vom Magnet anziehbar, theils farblos und durchsichtig nicht magnetisch. Anthracit liefert ähnliche Kügelchen. STE-  
PHAN. Diamant, auf Bittererde dem Knallgasgebläse ausgesetzt, wird schwarz und zersplittert in Stücke von muschligem Bruche; in Weisenthon erhält er viele Einschnitte und scheint etwas ge-  
schmolzen. MURRAY (*Phill. Ann.* 6, 409).

Läßt man die beiden, aus biegsamen Bleiröhren bestehenden, Röhren eines Dellagrators in 2 Cylinder von mit Wasser aus-  
gelegtem Mahagoniholz-Kohle ausgehen, gegen  $1\frac{1}{2}$  bis 3 Zoll lang,  $\frac{1}{2}$  Zoll dick und vorn zugespitzt, bringt sie anfangs mit ein-  
ander in Berührung, wo heftiges Glühen erfolgt, und entfernt

dann die Spitzen ein wenig, so fahren sie bestig zu glühen fort, und zwischen sich einen lebhaft leuchtenden Flammenbogen und lassen einen weissen Rauch aufsteigen. Die Kohlenspitze des positiven \*) Pols erhält einen Anwuchs, welcher  $\frac{1}{8}$  Zoll lang wird, dann abbricht und durch einen neuen ersetzt wird; dagegen vertieft die negative Kohle schnell ihre Spitze, und erhält statt derselben eine becherförmige Vertiefung. Gegen welchen Theil der negativen Kohle man die Spitze der positiven richtet, da entsteht die Vertiefung. Berühren sich die 2 Kohlen, so kleben sie zusammen. Ersetzt man die negative Kohle durch ein Metallstück, so erhält die positive Kohle keinen Anwuchs, sondern verkürzt sich allmählich durch Verbrennung. Auch im Stickgas zeigen die 2 Kohlen ein eben solches Licht und die Bildung von Anwüchsen. Also wird verdampfte Kohle vom negativen zum positiven Pole hinübergeführt. Auch kann man (wenn eine grüne Brille vor den Blenden geschützt) sehen, wie im Flammenbogen kleine Theilchen vom Kupferpol zum Zinkpol hingehen. Die erzeugten Anwüchse stellen bald einen Cylinder, bald einen mit einem Stiel versehenen Knopf vor. Sie zeigen unter Vergrößerungsglas eine warzige oder traubenförmige, glatte, metallglänzende, grauschwarze Oberfläche, zeigen keinen faserigen Bau, sinken schnell in Vitriolöl zu Boden, verbrennen in der Glühkammer langsam, ohne deutliches Feuer, erzeugen Kohlensäure und gelblichgrau Asche, oft auch nichts zurück, und zeigen sich nur wenig von erhitzter Salpetersäure angegriffen. HARE, SILLIMAN, Dasselbe Resultat erhielt auch GRISCOM (*Ann.* 6, 73) und, sogar mit einer gewöhnlichen Voltaischen Säule WEST (*Phill. Ann.* 5, 314).

Befindet sich am Kupferpole ein 1 Zoll langer,  $\frac{1}{8}$  Zoll Durchmesser zugespitzter Graphit-Cylinder, am Zinkpole Holzkohle, welche Graphit zum Theil glühend wird, so bilden sich ununterbrochen am Rande des Glühpunktes, wo sich auch Funkensprühen zeigen, Kügelchen von geschmolzenem Graphit. An der Spitze des Graphitstücks entsteht eine schwarze, glänzende Grube. Die Holzkohle am Zinkpol verlängert sich dagegen durch den Ansatz einer geschmolzenen nicht kuglichen, sondern faserigen Masse. Aufser diesen erzeugen sich an ihr Kügelchen, und zwar, wenn beide Spitzen vertical über einander stehen, die Graphitspitze oben, so zeigen an dieser keine Kügelchen, und desto mehr an der darunter stehenden Kohlenspitze. Aehnliche Erscheinungen zeigen sich, wenn die Kohle mit dem Kupfer - und der Graphit mit dem Zinkpole verbunden ist, oder auch, wenn sich an beiden Polen blofs Graphit oder blofs Graphit befindet. Die Kügelchen sind schwarz, gelblich, gelb, grauweiss und bisweilen ganz farblos, und dabei ent-

---

\*) Hierunter ist der Zinkpol verstanden, der bei dieser nur aus einem Plattenpaare bestehenden Batterie eigentlich der negative ist.

schon getrübt, oder ganz durchsichtig. Sie ritzen Glas; sie leiten die Elektricität; die gefärbten werden vom Magnet angezogen (wegen Eisengehalts), und sie zeigen sich nur höchst schwie-  
 rebrennlich. Sie sind also eine dem Diamant genäherte ge-  
 schmolzene Kohle. SILLIMAN. Nach VANUXEM (*Schw.* 43, 253)  
 sind dagegen diese Kugeln bloß geschmolzene Asche der Kohle  
 des Graphits seyn, und vorzüglich aus Eisen und Kieselerde  
 bestehen. Dagegen hat sich HARE (*Phil. Mag.* 65, 283) verthei-  
 lt. Doch ist zu bedauern, daß HARE und SILLIMAN zu ihren  
 Versuchen nicht solche Kohle angewendet haben, welche keine  
 Asche giebt.

### Verbindungen des Kohlenstoffs.

#### Kohlenstoff und Sauerstoff.

Der Kohlenstoff hat eine der größten Affinitäten zum  
 Sauerstoff, vorzüglich in der Weißglühhitze; er ist mit ihm  
 in Verhältnissen verbindbar.

#### A. K o h l e n o x y d.

Kohlenoxydgas, gasförmiges Kohlenoxyd, kohligsaures Gas, Gas  
 acide de carbone; fälschlich: oxydirtes Kohlenwasserstoffgas, Gas  
 hydrogène oxicarburé.

**Bildung.** 1. Wenn Körper, welche den Sauerstoff mit  
 einer gewissen Kraft halten, mit Kohle oder Reißblei erhitzt  
 werden; z. B. alle Metalloxyde, die nicht unter der Roth-  
 glühhitze reducirt werden; auch zersetzt sich das Wasser,  
 wenn seine Dämpfe durch eine glühende, mit Kohle gefüllte,  
 Porcellanröhre geleitet werden, in ein Gemenge von Kohlen-  
 oxyd- und von Wasserstoff-Gas. — 2. Wenn die freie,  
 oder an ein Alkali gebundene Kohlensäure in der Glühhitze  
 mit Kohle oder mit Eisen zusammenkommt, wo sie an diese  
 Metalle ihr zweites M.G. Sauerstoff, sofern dieses loser ge-  
 bunden ist, abtritt.

**Darstellung.** In einem, mit einer Glasröhre versehenen  
 Retortenlauf wird geglüht: Eisen-, Zink-, Blei- oder Kupfer-  
 oxyd mit geglühter Kohle oder Reißblei; — oder kohlensau-  
 res Kali, Natron, kohlensaurer Baryt, Strontian, Kalk mit  
 geglühter Kohle, oder Reißblei, oder Eisenfeile; — oder man  
 leitet kohlensaures Gas mehrmals über, in einem Flintenlaufe

glühende, zuvor ausgeglühte Kohle, oder über Eisenfeile. Gas mit Kohlensäure verunreinigt, so nimmt man diese Schütteln mit Kalkmilch hinweg.

Eigenschaften. Farbloses Gas. Spec. Gewicht und brechende Kraft S. 136 u. 139. — Brennbar; unterhält das Verbrennen brennbarer Körper; geschmacklos, von einem eigenthümlichen Geruch; kleine Thiere sterben augenblicklich; eingeathmet, erregt es sogleich Schwindel und Anwandlung von Ohnmacht, CLEMENT u. DESORMES, mit  $\frac{1}{4}$  Luft gemengt, DAVY.

M.G.				Maafs. Spec.	
Kohlenst.	1	— 6	— 42,9	Kohlenstoffdampf? *)	1,0 0,0
Sauerst.	1	— 8	— 57,1	Sauerstoffgas	0,5 0,0
Kohlenoxyd	1	— 14	— 100,0	Kohlenoxydgas	1,0 0,0

Zersetzungen. Erhitztes Kalium oder Natrium zersetzt das Gas, ersteres mit Entzündung, zu Kalium- oder Natriumoxyd und Kohle. GAY-LUSSAC u. THÉNARD (*Rech.* 1, 178). Vielleicht bewirken diese beiden Metalle unter gewissen Umständen noch eine andere Art von Zersetzung. s. kohlensaures Kali. — durchschlagen elektrischer Funken und Hindurchleiten durch glühende Röhre bewirkt keine Zersetzung des Kohlenoxyds.

Verbindungen. Das Wasser absorbiert nach DAVY nach DALTON  $\frac{1}{27}$ , nach SAUSSURE  $\frac{1}{16}$  Maafs Kohlenoxyd.

Ferner zeigt sich das Kohlenoxydgas auch mit Chlor verbindbar.

### B. K o h l e n s ä u r e .

Luftsäure (BERGMAN), Kreidesäure, Acide carbonique, mephitique (G. MOUVÉAT), Acidum carbonicum; und in gasförmigem Zustande: kohlensaures Gas, fixe Luft (BLACK), mephitische Luft, Gas acide carbonique, Gas carbonicum, Gas sylvestre, ritus sylvestris.

---

\*) Das specifische Gewicht des Kohlenstoffdampfes ist nicht bestimmt, man nimmt an, wie dieses am wahrcheinlichsten ist, in 1 Kohlenoxydgas sey 1 Maafs Kohlenstoffdampf mit 2 Maafs Sauerstoffgas vereinigt, so erhält man durch Abziehen des halben Gewichtes des Sauerstoffgases vom ganzen des Kohlenoxydgases das Kohlenstoffdampfes.



**Vorkommen.** Findet sich in der Luft zu ungefähr 0,0005; in kleiner Menge in Kellern, Gruben (*böser Schwaden*), in allen Metallen, am meisten im Sauer- und Stahlwasser; in Verbindung mit Ammoniak, Kali, Natron, Baryt, Strontian, Kalk, Bittererde, Magnetoxydul, Zinkoxyd, Bleioxyd, Eisenoxydul und Kupferoxyd; endlich in einigen organischen Flüssigkeiten.

**Bildung.** 1. Beim Verbrennen kohlenstoffhaltiger Körper mit Luft oder Sauerstoffgas. — a. Der Diamant erfordert zum Verbrennen in Sauerstoffgas eine beträchtliche Erhitzung, nach MACHENZIE von 13 bis 15° WEDGW.; er verbrennt dadurch mit glänzendem rothen Lichte, und heftiger, bis zum Schmelzen von Platin gehender, Feuerentwicklung, und verzehrt sich fast gänzlich, auch wenn die Erhitzung von außen nicht mehr statt findet; die unverbrannten Reste erscheinen durchsichtig, weiß. (Nur GUYTON-MORVEAU wollte früher eine Schwärzung wahrgenommen haben). — b. Das Reißblei erfordert ebenfalls eine sehr hohe Temperatur, verbrennt aber langsam, und hört bei aufgehobener Erhitzung von außen in der Luft zu brennen auf. — c. Bei organischen Substanzen, besonders der Kohle, ist nur dunkle Glühhitze zur Einleitung des Verbrennungsprocesses erforderlich, der sich nachher meistens selbst fortsetzt. Das Verbrennen der Kohle in Sauerstoffgas ist äußerst glänzend und von lebhaftem Funkenprühnen begleitet. — Bei mehreren chemischen Processen in den organischen Körpern verbindet sich der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff schon bei gewöhnlicher, oder wenig erhöhter Temperatur zu Kohlensäure, wie bei der Gährung, Fäulung und beim Athmen. — Beim Verbrennen des Diamants bleibt der Umfang des Gases unverändert; das verbrauchte Sauerstoffgas ist durch ein gleiches Maass kohlenstoffhaltigen Gases ersetzt; Graphit und Kohle vermindern etwas den Umfang im Verhältniß der Menge von Eisen und Wasserstoff, die sie enthalten; erzeugen aber nach Abzug dieser Metallen nicht weniger Kohlensäure, als der Diamant.

2. Beim Zusammenbringen kohlenstoffhaltiger Körper mit verschiedenen losern Verbindungen des Sauerstoffs bei gewöhnlicher oder höherer Temperatur. So bildet sich Koh-

lensäure beim Kochen der Kohle mit Schwefelsäure, Salpetersäure u. s. w., beim Glühen von Kohle, Diamant oder Reifsblei mit salpetersauren, chlorsauren und iodsauren Salzen, mit Quecksilberoxyd, Braunstein und mehreren andern Metalloxyden.

3. Beim Verbrennen des Kohlenoxyds. Dieser Körper verbrennt in Berührung mit Sauerstoffgas unter ähnlichen Bedingungen, wie das Wasserstoffgas. Die langsame Verbrennung wird durch schwammiges Platin schon bei der gewöhnlichen Temperatur eingeleitet, durch Platinblech und Goldblech erst über  $300^{\circ}$ . DULONG u. THÉNARD. An erhitztem Platindrath fährt ein Gemenge von Kohlenoxydgas und Wasserstoffgas zu brennen fort, und ein dunkelrothglühender Eisendraht oder eine rothglühende Kohle bewirkt die rasche Verbrennung dieses Gemenges. DAVY. Die Verbindung erfolgt dem Verhältniß von 2 Maafs Kohlenoxydgas auf 1 M. Sauerstoffgas, und es erzeugen sich 2 Maafs kohlensaures Gas. Das Kohlenoxydgas muß wenigstens  $\frac{1}{3}$ , das Sauerstoffgas wenigstens  $\frac{1}{15}$  des Ganzen betragen, wenn die Entzündung noch erfolgen soll. Sind beide Gasarten gemengt, so geschieht die Entzündung mit schwacher Detonation; beim mäßigen Verbrennen zeigt das Gas eine blasse blaue Leuchte, wenn es jedoch schon zuvor glühte, eine gelbe Flamme.

Darstellung. 1. Im tropfbaren Zustande: S. 144. — Im luftförmigen: Kreide wird in einer Gasentwicklungsflasche mit kalter verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure übergossen; diese Säuren verbinden sich mit dem Kalk und setzen die Kohlensäure in Freiheit. Das Gas wird über Wasser oder Quecksilber aufgefangen.

Eigenschaften. Erscheint bei  $0^{\circ}$  unter einem Drucke von 36 Atmosphären als eine wasserhelle tropfbare Flüssigkeit, in bedeutender Kälte nicht erstarrend, das Licht viel schwächer, als Wasser brechend. DAVY u. FARADAY. Bei geringerem äußeren Drucke gasförmig. Spannung, specifisches Gewicht und lichtbrechende Kraft des Gases S. 124, 136, 139. Das kohlensaure Gas ist farblos, nicht brennbar.

nicht das Verbrennen andrer Körper. Röthet schwach  
 instinctur; die Röthung verschwindet an der Luft. Von  
 chem stechenden Geruch; wirkt höchst tödtlich, wenn  
 es in reiner Gestalt einathmet.

M.G.			Lavoisier	Clem. u. Desorm.	Th. Saussure	Ten- nant	A'len u. Pep.
best. 1	6	27,27	24 bis 28	27 bis 29	27,04 bis 27,38	28	28,6
best. 2	16	72,73	76 — 72	73 — 71	72,96 — 72,62	72	71,4
Atom.	122	100,00	100 — 100	100 — 100	100,00 — 100,00	100	100,0
			Maafs	spec.G.	oder:	Maafs	spec.G.
Kohlenstoffdampf?			1	0,4160	Kohlenoxydgas	1,0	0,9706
Sauerstoffgas			1	1,1092	Sauerstoffgas	0,5	0,5546
Kohlensaures Gas			1	1,5252	Kohlensaures Gas	1,0	1,5252

Zersetzungen. 1. Durch fortgesetztes Elektrisiren in Koh-  
 lenoxydgas und freies Sauerstoffgas. HENRY und DALTON.  
 Es kann immer nur ein Theil des Gases auf diese Weise zersetzt  
 werden, weil der elektrische Funken auch wieder die Entzündung  
 des Kohlenoxyds veranlaßt.

2. In Kohlenoxydgas und gebundenen Sauerstoff durch  
 Elektrisiren mit Wasserstoffgas, mit Quecksilber und andern  
 Metallen, durch Glühen mit Wasserstoffgas, Kohle, Eisen  
 und Zink, welche zum zweiten M.G. der Kohlensäure grös-  
 sere Affinität haben, als das Kohlenoxyd.

3. Sämmtlichen Sauerstoff entziehen, unter Abscheidung  
 der Kohle, erhitztes Kalium oder Natrium, wobei ersteres  
 schmilzt, und beide zum Theil zu kohlensauren Oxyden wer-  
 den, DAVY und GAY-LUSSAC u. THÉNARD; ferner Phosphor,  
 ZINKEWICZ (Crell Ann. 1793, 1, 158), oder Boron, GAY-LUSSAC  
 THÉNARD, wenn diese 2 Materien in der Glühhitze mit  
 ein feuerfestes Alkali gebundenen Kohlensäure zusam-  
 treffen. (vgl. S. 54).

Verbindungen. a. Mit Wasser. Wässrige, liquide Kohlen-  
 säure. 1 Maafs Wasser nimmt bei gewöhnlicher Temperatur  
 1 Maafs kohlensaures Gas in sich, und erlangt dadurch ein  
 Gewicht von 1,0018; bei verstärktem Drucke und nie-  
 derer Temperatur nimmt es 2 bis 3mal so viel auf. Sauer-  
 stoff. — Die wässrige Kohlensäure schmeckt stechend und

schwach säuerlich. Durch Erhitzen, Luftpumpe, Aussetzen an die Luft und durch Gefrieren entweicht die Kohlensäure vgl. S. 234.

b. Die Kohlensäure vereinigt sich mit den meisten salzfähigen Basen, mit denen sie die *kohlensauren Salze. Carbonates.* bildet. Die Affinität der Kohlensäure zu den Basen ist eine der geringsten; wegen ihrer schwachsauren Natur hebt sie bei gleichem Schmelzungsgewichten nicht die Alkalinität des Ammoniaks, Kali und Natrons auf (S. 194). Wegen ihrer geringen Affinität vermag auch eine höhere Temperatur die Kohlensäure von sämtlichen salzfähigen Basen in Gasform abzuscheiden, mit Ausnahme des Ammoniaks, Kali's, Natrons, Lithons und Baryts; aus demselben Grunde zersetzen die meisten übrigen Säuren die kohlensauren Salze, indem sie die Kohlensäure als Gas, unter Aufbrausen, mit dem ihr eigenen Geruche entwickeln. — Alle basisch- und einfach-kohlensaure Salze sind in Wasser unauflöslich, ausgenommen das kohlensaure Ammoniak, Kali, Natron und Lithon; dagegen lösen sich alle anderen kohlensauren Salze im Wasser auf, bestehen zum Theil jedoch durch seine Vermittlung. Die auflöslichen kohlensauren Salze, so wie die freie Kohlensäure, geben sich daher durch den weissen, in Salzsäure löslichen Niederschlag zu erkennen den sie mit Kalk-, Strontian- und Baryt-Wasser hervorbringen.

c. Das kohlensaure Gas wird von Weingeist und anderen organischen Flüssigkeiten verschluckt.

### Kohlenstoff und Wasserstoff.

#### A. Oel erzeugendes Gas.

Oelbildendes, ölmachendes Gas, Oelgas, Gas oléifiant, Gas hydrogène deuto-carboné.

Bildung. Bei der trockenen Destillation mehrerer organischer Körper, z. B. der Fette, Harze, Steinkohlen; bei Erhitzung des Aethers oder Weingeistes mit Vitriolöl.

Darstellung. 1 Weingeist wird mit 3 bis 4 Vitriolöl in einer Gasentbindungsflasche erhitzt; das zugleich gebil-

lignosaure Gas wird durch wässriges Kali hinwegge-  
n.

igenschaften. Farbloses Gas. Spec. Gewicht und licht-  
ende Kraft S. 136 u. 139. — Brennbar, das Verbren-  
nderer Körper nicht unterhaltend; von starkem, unan-  
men, einnehmenden Geruch; wirkt, rein eingeathmet,  
st tödtlich.

M.G.			Thomson Saus- nach Ferzel. sure Ber. ann.			Maafs spec. Gew.		
mit	1	6	85,7	85,5	85	Kohlenstoffdampf?	2	0,8320
mit	1	1	14,3	14,5	15	Wasserstoffgas	2	0,1386
Gas	1	7	100,0	100,0	100	Öelgas	1	0,976

ersetzungen. 1. In Kohle und Wasserstoffgas, welches  
oppelte Volumen vom angewendeten Gase einnimmt,  
fortgesetzten Hindurchschlagen von elektrischen Funken,  
is und HENRY; oder beim Hindurchleiten durch eine  
de Röhre. — 2. In Berührung mit Sauerstoffgas ent-  
a sich das Gas unter ähnlichen Bedingungen, wie das  
erstoffgas. Schwammiges Platin entzündet das mit Sauer-  
s gemengte ölbildende Gas nicht bei gewöhnlicher Tempera-  
tur, wenn Wasserstoffgas beigemischt ist, DÖBEREINER; es  
es jedoch bei 300° in Kohlensäure und Wasser. DULONG  
EXAMIN. Dasselbe wird durch eine glühende Kohle oder  
ein rothglühendes Eisen entzündet. DAVY. An der Luft  
brennt es mit einer dicken hellen weissen Flamme; mit  
stoffgas gemengt, mit der heftigsten Detonation, welche  
starke Gefässe zersprengt. Bei der vollkommenen Ver-  
brennung verzehrt 1 Maafs ölbildendes Gas 3 M. Sauerstoff-  
von welchem 2 M. mit 2 M. Kohlenstoffdampf zu 2 M.  
saurem Gas und 1 M. mit 2 M. Wasserstoffgas zu Was-  
sammentreten. SAUSSURE. Entzündet man durch den  
ischen Funken ein Gemenge aus 1 Maafs ölbildendem  
und 1 M. Sauerstoffgas, so reicht der Sauerstoff nur hin,  
die 2 M. Kohlenstoffdampf in Kohlenoxyd zu verwandeln,  
dann erhält unter schwacher Explosion ein Gemenge von  
die 4 M., welches halb aus Wasserstoffgas und halb aus  
noxydgas besteht, wobei jedoch etwas Kohlensäure und

etwas Wasser gebildet ist. DALTON. — 3. Auch das Salpetergas gemengte ülbildende Gas ist durch den electrischen Funken entzündlich. HENRY. — 4. Schwefel, in O<sub>2</sub> gas verdampft, schlägt die Kohle aus dem Gase nieder, es bildet Schwefelwasserstoffgas von ungefähr doppeltem Umfange. DEIMANN, DAVY. — 5. Ein so eben bereitetes Gemenge aus 1 Maafs überzeugendem, und 2 M. Chlorgas, durch einen flammenden Körper entzündet, brennt mit heller Flamme, unter Bildung von Salzsäure und Absetzung von Kohle, indem sich die 2 M. Chlorgas mit den 2 M. Wasserstoffgas vereinigen und den Kohlenstoff in Freiheit setzen.

Verbindungen. a. Das Wasser verschluckt  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{6}$  M. ülbildendes Gas (S. 229).

b. Ferner verbindet sich das ülbildende Gas mit Chlor; auch wird es vom Vitriolöl absorbirt, vielleicht unter Zersetzung.

### B. *Kohlenwasserstoffgas.*

Gekohltes Wasserstoffgas, schwere brennbare, schwere inflammable Luft, Gas hydrogène carburé, Gas hydrogène proto-carboné, Gas hydrogenium carbonatum.

Findet sich in Sümpfen als Sumpfluft, in Kohlenbergwerken als feuriger Schwaden.

Bildung. 1. Beim Auflösen kohlenstoffhaltigen Eisens in verdünnter Salz- oder Schwefelsäure. — 2. Bei dem Faulen und bei der trockenen Destillation organischer Stoffe und beim Hindurchleiten der flüchtigen durch eine glühende Röhre.

Darstellung. 1. Man löst Guss-eisen in erhitzter verdünnter Salzsäure auf. — Das so erhaltene Gas ist mit Wasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas und Schwefelwasserstoffgas, und dem Dampfe einer flüchtigen riechenden öligen Materie gemengt. 2. Man sammelt die Sumpfluft in mit Trichtern versehenen Flaschen durch Aufführen des Schlammes, und befreit durch Schütteln mit Kalkmilch von der Kohlensäure. — Dieses Gas ist ganz frei von Wasserstoff- und Kohlenoxydgas, es hält bloß  $\frac{1}{15}$  Stickgas beigemengt. HENRY. — 3. Man destillirt Torf, Steinkohle, Holz u. s. w., oder leitet Weingeist, Aether, flüchtige Öle, Fette u. s. w. durch eine glühende



Blasröhre. Das hierbei erzeugte Gas befreit man von Schwefelsäure und Hydrothionsäure durch Zusammenbringen mit Kalmilch, vom oildbildenden Gas durch Mergen mit Chlorgas und Abkühlen, worauf das überschüssige Chlor durch Schütteln mit Kalmilch zu entziehen ist. — Diesem Gase kann Wasserstoffgas und Kohlenoxydgas beigemengt seyn, welches letztere sich durch erhitztes Kalium in zersetzter Gestalt entziehen lässt.

Eigenschaften. Farbloses Gas. Spec. Gew. und lichtbrechende Kraft S. 136 u. 139. Unterhält nicht das Verbrennen anderer Körper; brennbar; geschmacklos, von schwachem, angenehmen Geruche; tödtet kleine Thiere augenblicklich.

	M G.		Thomson's Analyse von Berzelius u. Luft		Maass op G	
Wasserstoff	1	8	75	74,896	Kohlenstoffdampf	1 0,4160
Kohlensäure	2	2	25	25,104	Wasserstoffgas	2 0,1386
Gemischtes	1	8	100	100,000	Kohlenwasserstoffg.	1 0,5546

Zersetzungen. 1. Lässt man elektrische Schläge durch das Gas gehen, oder bringt man die polaren Platindräthe einer kleinen Säule darin zum Glühen, oder leitet man es wieder durch eine glühende Röhre, so wird es zu reinem Kohlenstoffgas von doppeltem Umfange, unter Absetzung der Kohlensäure. DALTON, DAVY. — 2. In Berührung mit Sauerstoffgas entzündet es sich unter ähnlichen Umständen, wie Wasserstoffgas: jedoch lässt es sich nicht, wie dieses, durch ein glühendes, sondern nur durch ein weißglühendes, funkenstreichendes Eisen zur raschen Verbrennung bringen, DAVY, es ist in der Kälte durch schwammiges Platin nicht entzündbar, DÖBEREINER. 1 Maass dieses Gases verzehrt unter Auflösung 2 Maass Sauerstoffgas, und bildet mit dem einen 1/2 desselben Wasser, mit dem andern 1 M. kohlensaures Gas: DALTON, DALTON, DAVY, HENRI. Lässt man es nur mit 1 M. Sauerstoffgas verpuffen, so wandeln sich diese 2 Maass Gase, ohne Veränderung des Umfangs, in ein Gemenge von 1 M. Kohlenoxydgas und 1 M. Wasserstoffgas um, weil 1/2 Sauerstoffgas mit dem 1 M. Kohlenstoffdampf 1 M. Koh.

lenoxydgas, und  $\frac{1}{2}$  M. Sauerstoffgas mit 1 M. Wasserstoffgas erzeugt, und das andere 1 M. Wasserstoffgas übrig bleibt.

An der Luft verbrennt das Gas mit glänzender gelblicher Flamme. Es ist schon durch einen schwachen elektrischen Funken entzündlich, verpufft am stärksten, wenn es mit dem 7 bis 8fachen Maasse gemengt ist, doch auch hier schwächer, als ein Gemenge von Wasserstoffgas und 2 M. Luft; ein Gemenge von 1 M. Kohlenwasserstoffgas und 15 Maass Luft ist nicht mehr entzündlich, versetzt aber noch die Flamme der hineingehaltenen Kerze; ein Gemenge von 1 M. des brennbaren Gases und 2 M. Luft verbrennt ohne Geräusch. Alle Gemenge, die sich von dem Verhältnisse 1 : 7 entfernen, bedürfen, wenn sie noch entzündlich sind, einer Entzündung eines stärkern elektrischen Funkens. DAVY.

3. Ein Gemenge von 1 Maass Kohlenwasserstoffgas und 1 M. Chlorgas entzündet sich durch den elektrischen Funken mit Absatz von Kohle und Bildung von 4 M. salzsaurem Wasser. Ein solches Gemenge zersetzt sich im trocknen Zustande weder im Dunkeln, noch im Lichte, DAVY, HENRY (nach G. LUSSAC u. THÉNARD soll sich im Lichte in einigen Tagen ebenfalls der Kohlenstoff ausscheiden); ist aber mit Wasser gemischt, so erfolgt im Lichte, nicht im Dunkeln, eine langsame Zersetzung in Salzsäure und in Kohlensäure oder Kohlenoxyd. Kommen auf 1 M. Kohlenwasserstoffgas wenigstens 1 M. Chlorgas, so nehmen diese 2 Maasse Wasserstoffgas aus dem Kohlenwasserstoffgas und 2 M. Wasserstoffgas aus dem Wasser um Salzsäure zu bilden, während das aus dem Wasser freigesetzte 1 M. Sauerstoffgas mit 1 M. Kohlenstoffdampf des Kohlenwasserstoffgases 1 M. kohlen-saures Gas erzeugt. Bei 3 M. Chlorgas entstehen 2 M. Salzsäure und 1 M. Kohlenoxydgas, weil hier nur 1 M. Chlor auf das Wasser zersetzend wirkt, und daraus nur  $\frac{1}{2}$  M. Sauerstoffgas entwickelt, welches 1 M. Kohlenoxydgas erzeugt. Bei noch weniger Chlor bleibt ein Theil des Kohlenwasserstoffgases unzerseht. HENRY.

Verbindungen. Das Wasser absorbirt nach DALTON 1 Maass Kohlenwasserstoffgas. — Auch einige organische Flüssigkeiten verschlucken es in geringer Menge.

Anmerkung 1. Das Gas, welches sich bildet beim Glühen trockner oder feuchter Kohle, bei der trocknen Destillation organischer Stoffe und beim Hindurchtreiben flüchtiger organischer Substanzen durch glühende Röhren, muß nach den hier, mit CRUIKSHANK, HENRY, DALTON, DAVY u. A. aufgestellten Sätzen angesehen werden.

ein Gemeng von Kohlenoxyd-, ölerzeugendem, Kohlenwasserstoff- und Wasserstoffgas in sehr verschiedenen Verhältnissen, es gelingt sogar, diese Gasarten ziemlich vollkommen einzeln zu scheiden (DALTON Syst. 2, 260; DAVY Elemente 1, 283; Thoms. Ann. 15, 37); auch haben SYLVESTER (Phill. Mag. 2, 215; auch Schw. 33, 234) und vorzüglich BISCHOF (Schw. 33) gezeigt, wie sich aus der Menge von Sauerstoffgas, die solches Gasgemenge beim Verpuffen verzehrt, und aus der Menge hierdurch erzeugten Kohlensäure das Verhältniß von Wasserstoff-, Kohlenwasserstoff-, ölerzeugendem und Kohlenoxyd-Gas allmählich berechnen läßt. — BERTHOLLET (Gilb. 34, 390), THOMSON, MURRAY, THOMSON (Gilb. 34, 417) u. A. dagegen betrachten das aus jenen Stoffen erhaltene Gas als eine unmittelbare chemische Verbindung zwischen Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff in höchst abweichenden Verhältnissen, als ein *oxydirtes Kohlenstoffgas*, *Gas hydrogene oxycarbure*, an. BERTHOLLET und THOMSON betrachten auch das ölerzeugende und das Kohlenwasserstoffgas als ein solches, und Ersterer auch das Kohlenoxydgas. Die Zusammensetzung dieser 3 Gasarten ist aber jetzt zu klar dargethan; sie enthält nur 2 Bestandtheile. Die BERTHOLLET'sche Ansicht über die Natur der durch Zersetzung der organischen Körper erhaltenen Gase ist weder so einfach, wie die hier angenommene, noch stimmt sie der Lehre von den proportionirten Verbindungen, nach welcher Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff fast in allen Verhältnissen zu Gasarten verbindbar wären.

Anmerkung 2. Die von FARADAY entdeckten, sich bei der Zersetzung des durch trockne Destillation von Oel erhaltenen Gasgemenges scheidenden merkwürdigen Substanzen, welche nach ihm bloß aus Wasserstoff und Kohlenstoff bestehen, und sich durch einen hohen Kohlenstoffgehalt vom ölbildenden Gas unterscheiden, zeichnen sich den organischen Verbindungen, besonders den flüchtigen Alkoholen und Campherarten so ähnlich, daß ihre Betrachtung bis zu einem andern Aufgespart bleibt.

### C. K r o k o n s ä u r e.

Bildung. Bei der Darstellung des Kaliums durch Glühen kohlensaurem Kali mit Kohle geht eine graue Masse über. Auflösung derselben in Wasser ist gelb, und liefert bei allmählichem Verdampfen Krystalle von krokonsaurem Kali (s. krokonsaures Kali).

Darstellung. Man digerirt feingepulvertes krokonsaures Kali mehrere Stunden unter öfterm Schütteln mit absolutem Alkohol, dem weniger Vitriolöl zugefügt ist, als das krokonsaure

konsaure Kali zu seiner Zersetzung bedarf. Trübt die weingeistige Flüssigkeit, nach dem Verdünnen mit Wasser nicht mehr salzsauren Baryt, so wird sie vom schwefel- und unzersetzt gebliebenen krokonsauren Kali abfiltrirt und abgedampft.

**Eigenschaften.** Bleibt, nach dem raschen Abdampfen bei 100°, als ein citronengelber undurchsichtiger Ueberzug auf dem freiwilligen, in durchsichtigen pomeranzengelben Nadeln und Nadeln, welche sich bei 100° nicht verändern, thet stark Lackmus. Geruchlos, von stark saurem und gleich herbem Geschmacke.

Zufolge der Analyse des krokonsauren Kali's enthält die 5 M.G. Kohlenstoff, 4 M.G. Sauerstoff und eine sehr kleine (nicht 1 M.G. betragende) Menge Wasserstoff.

**Zersetzung.** Giebt bei stärkerm Erhitzen eine leicht vollständig zu verbrennende Kohle.

**Verbindungen.** a. Die Krokonsäure ist leicht mit citronengelber Farbe in Wasser löslich. Die Auflösung erfolgt sich mit der Zeit.

b. Sie bildet mit salzfähigen Basen die *krokonsauren* von meist citronen- und pomeranzengelber Farbe, sämmtlich, noch unter der Glühhitze, zum Theil unter Feuerentwicklung, unter Entbindung von kohlensaurem Gas und Erzeugung von Kohle zerstört werden. Viele dieser Salzen sind nicht in Wasser löslich.

c. Sie ist in Weingeist löslich.

Fernere Verbindungen des Kohlenstoffs. — A. Mit Phosphor? — B. Mit Schwefel. — C. Mit Iod und Wasser. — D. Mit Chlor. — E. Mit Stickstoff. — F. Mit Metallen, besonders Eisen, zu *Kohlenstoffmetallen*. Die Kohlenstoffmetalle bilden sich beim Glühen von Metallen und Metalloxyden in Berührung mit Kohle; sie sind metallglänzend; liefern bei der Verbrennung Metalloxyd und Kohlensäure; entwickeln bei der Auflösung in wässrigen Säuren, Kohlenstoffgas.

---

## Viertes Kapitel.

## B o r o n.

HOMBERG über Boraxsäure. *Crell chem. Archiv* 2, 265.

DEFFROY über Boraxsäure. *Crell n. chem. Archiv* 3, 217.

GAY-LUSSAC u. THÉNARD Zerlegung der Boraxsäure. *Recherch.* 1, 276; *Ann. Chim. Phys.* 30, 363.

DAVY Versuche über die Zersetzung und Wiederkombinirung der Boraxsäure. *Schw.* 2, 48; *Gilb.* 35, 440.

BERZELIUS über die Boraxsäure. *Schw.* 23, 160.

über Boron und Boraxsäure. *Pogg.* 2, 113.

BERZELIUS sur les borates. *J. Pharm.* 11, 29 u. 558.

BERZELIUS über Boron und Boraxsäure. *Schw.* 15, 245.

Benennung. Boracium, Bora, Bor, Bore.

Geschichte. HOMBERG entdeckte 1702 im Borax die Boraxsäure; 1808 entdeckten GAY-LUSSAC u. THÉNARD, und gleich darauf DAVY ihre brennbare Basis, auf welche DAVY nach einigen chemischen Versuchen schon 1807 geschlossen hatte.

Vorkommen. Nebst dem Iod und Selen unter allen nicht metallen Elementen das in der geringsten Menge vorkommende; findet sich immer nur als Boraxsäure.

Herstellung. 1. Pulverisirte verglaste Boraxsäure, mit gleichermäßen zerschnittenem Kalium gemengt, wird in einer, mit einem pneumatischen Röhre verbundenen Röhre von Eisen, Kupfer, Platin oder Glas einige Minuten lang rothgeglüht. Die Masse wird mit sehr verdünnter Salzsäure ausgekocht, mit Wasser ausgewaschen, und bei gelinder Wärme getrocknet.

GAY-LUSSAC u. THÉNARD. — Hierbei erfolgt, da die Boraxsäure meistens nicht ganz wasserfrei ist, Verpuffen und Umrühren. Im Verhältniß, als das Kalisalz durchs Wasser entzogen wird, mengt sich das Boron in so fein vertheiltem Zustande mit dem Wasser bei, daß es mit ihm durchs Filter geht, und, nach Entfernung des meisten Salzes, löst es sich sogar ein wenig in Wasser mit gelber Farbe auf. Zusatz von Säuren oder Salzen zum Wasser hindert die feine Vertheilung und Auflösung des Borons. Man läßt es daher mit Wasser aus, das Salmiak gelöst enthält, und entfernt diesen zuletzt durch Weingeist hinweg. Das so erhaltene Boron ist ziemlich frei von Silicium. BERZELIUS.

2. Man reinigt Fluorborongas zuerst durch krystallisirte Boraxsäure von Fluorsiliciumgas, dann durch Bleihyperoxyd

von schwelliger Säure, und bringt es dann mit erhitztem Lithium in Berührung, welches, wenn die zuerst gebildete Schmelze gesprungen ist, mit röthlicher Flamme zu einer Menge von Boron und Fluorkalium verbrennt. Letzteres wird durch Auswaschen mit Wasser, welches schwierig abgetrennt wird, entfernt. — Das so erhaltene Boron hält 0,4 Silicium, welches beim Auflösen in Salpetersäure zurückbleibt; außerdem löst sich die Auflösung eine gelbe Farbe von, dem Kalium beigemengt, in der Kohle herrührend. BERZELIUS.

3. Man bringt Fluor-Boron-Kalium, durch fast ständiges Glühen gehendes Erhitzen getrocknet, dann gepulvert, mit gleichviel Kalium in ein eisernes oder gläsernes (wobei jedoch aus dem Glase etwas Silicium reduciren kann) verschlossenes Rohr; erwärmt dieses zuerst bis zum Schmelzen des Kaliums, und arbeitet die Masse zur gleichförmigen Vermengung mit einem Stahldrathe durch einander; dann erhitzt man bis zum Glühen, wobei ohne Verpuffung das Fluor-Boron an das Kalium übertritt. Man befreit die Masse durch wiederholtes Auskochen mit Salmiak-haltendem Wasser von Fluorkalium und vom unzersetzten, sehr schwer löslichen Fluor-Boron-Kalium (je größer der Ueberschuss von Kalium, desto weniger bleibt hiervon übrig; bei Zersetzung von Fluor-Boron-Natrium durch Natrium würde die Gegenwart eines so schwer löslichen Salzes wegfallen); glüht man das Boron in Wasserstoffgas, wobei es Wasser und boraxsaure Dämpfe entwickelt und seine Fähigkeit verliert, in Wasser zu zertheilen und zu lösen; wäscht es wieder mit Wasser aus, und trocknet es im luftleeren Raum. Dieses Boron ist ziemlich rein, giebt jedoch beim Verbrennen Sauerstoffgas kleine Mengen von Wasser und von Kohlenstoff. BERZELIUS.

DÖBEREINER'S Methode (Schw. 16, 116), durch 29 Theile Weißglühen von 109,5 geglühtem Borax mit 11,4 Kienruss in einem Flintenlauf, wobei sich viel Kohlenoxydgas entwickelt, und nach dem Erhitzen der geschmolzenen Masse mit kochendem Wasser und mit Salzsäure kohlenhaltiges Boron darzustellen, ist weder PLANCUS noch mir gelungen.

Eigenschaften. Dunkelgrünlichbraun, undurchsichti-



lich, Glas nicht ritzend. Bei abgehaltenem Luftzutritt der eisglühhitze ausgesetzt, sinkt es nachher schnell in Vitriol zu Boden. Es läßt sich in der heftigsten Weißglühhitze nicht schmelzen noch verdampfen; leitet nicht die Elektrizität. Geruch- und geschmacklos.

### Verbindungen des Borons.

#### Boron und Wasser.

*Wässriges Boron.* — Das frisch bereitete, nicht geglühte Boron löst sich in reinem Wasser mit grünlichgelber Farbe. Alkalien und Salze scheiden das Boron aus der Lösung ab. Wird sie in einer Glasschale abgedampft, so bleibt ein am Boden grünlichgelber Ueberzug, welcher sich leicht ablöst, und nur noch zum Theil in frischem Wasser löslich zeigt. BERZELIUS.

#### Boron und Sauerstoff.

#### B o r a x s ä u r e.

Boronsäure, Borsäure, Sedativsalz, narkotisches Vitriolsalz, *boracique*, *Acide borique*, *Acidum boracis*, *Sal sedativum bergii*, *Sal narcoticum vitrioli*. — Findet sich frei als Sasso mit Salzhasen verbunden, im Tinkal, im Boracit, im Datolith, Botryolith, im Schörl und Apyrit und im Axinit.

*Bildung.* Das Boron hat unter den nicht metallischen einfachen Stoffen nebst dem Kohlenstoff die größte Affinität zum Sauerstoff. Es oxydirt sich in der Luft und in Sauerstoffgas nicht bei der gewöhnlichen Temperatur, sondern erst bei ungefähr 300°. In der Luft verbrennt es als Bor mit röthlichem, im Sauerstoffgas mit glänzendem Lichte, und unter lebhaftem Funkensprühen (nach BERZELIUS zeigt es auch eine grüne Flamme). Es sublimirt sich Boraxsäure als Rückstand bleibt ein schwarzer, mit verglaster Boraxsäure überzogener Körper\*), der durch wiederholtes Ab-

Dieser Körper unterscheidet sich durch schwarze Farbe und durch die höhere Temperatur, welcher er zum Verbrennen bedarf, vom gewöhnlichen Boron. GAY-LUSSAC u. THÉNARD lassen es unentschieden, ob er Sauerstoff hält oder nicht; nach DAVY ist er ein Suboxyd des Borons, welches 0,25 Sauerstoff halte; nach BERZELIUS ist es Boron, durch die höhere Temperatur nur mechanisch verändert.

waschen und Entzünden ebenfalls in Boraxsäure verwandelt wird. GAY-LUSSAC u. THÉNARD.

Das Boron zersetzt in der Siedhitze nicht das Wasser, es zersetzt in der Hitze leicht das Vitriolöl, und schon der Kälte die nur etwas concentrirte Salpetersäure, wobei sich immer in Boraxsäure verwandelt. In der Glühhitze zersetzt es, zum Theil unter Feuerentwicklung, und, bei Salpeter, unter lebhafter Verpuffung, die an Alkalien gebundene Kohlensäure, schweflige Säure, Schwefelsäure, salpetrische Säure und Salpetersäure, so daß sich, unter Abscheidung von Kohle, Schwefel oder Stickgas, ein boraxsaures Alkali erzeugt; auch zersetzt es in der Glühhitze viele schwere Metalloxyde, und, wenn diese im Ueberschuß vorhanden sind, so verbindet sich ihr unzersetzter Theil mit der gebildeten Boraxsäure zu einem boraxsauren Salze. GAY-LUSSAC u. THÉNARD. Kalihydrat, mit Boron erhitzt, verwandelt sich unter Entwicklung von Wasserstoffgas in boraxsaures Kali. BERZELIUS.

**Darstellung.** Die Auflösung von 1 Borax in 4 kochendem Wasser wird nach dem Filtriren mit  $\frac{1}{4}$  Vitriolöl versetzt, beim Erkalten schießt Boraxsäure an; durch ferneres Abdampfen und Erkalten der Flüssigkeit erhält man noch mehr, auch kann man die Flüssigkeit zur Trockne abdampfen und die Boraxsäure mit Weingeist ausziehen. MEISSNER (N. 1, 2, 460). — Die krystallisirte Säure wird durch nochmaliges Auflösen in heißem Wasser und Krystallisiren vom hängenden schwefelsauren Natron gereinigt, dann in ein hessischen oder Platintiegel geschmolzen, bis sie ruhig fließt, wobei sie Wasser, Schwefelsäure und die dem Borax anhängende fettige Substanz verliert, dann ausgegossen, und verglaste Boraxsäure in wohlverstopften Gefäßen aufbewahrt. Nach ROBIQUET soll sie in diesem Zustande noch 0,225 Wasser halten, welches sich erst beim Glühen mit Kupferoxyd entwickelt.

**Eigenschaften.** Farbloses, durchsichtiges, sehr hartes und zusammenhaltendes und sprödes Glas: spec. Gew. bei 100° im luftleeren Raume 1,83. ROYER u. DUMAS. — Die Boraxsäure schmilzt in der Rothglühhitze, ist aber für sich

ien feuerbeständig. — Sie ist völlig geruchlos, ohne de Kraft, schmeckt schwach säuerlich und bitterlich, rö sehr schwach Lackmus.

	M.G.			Berzelius	Davy	Gay - Luss. u. Then. ungef.	
Boron	1	20	29,41	31,1896	33 bis 36	67	
Sauerstoff	6	48	70,59	68,8104	67 » 64	33	
Boraxsäure	1	68	100,00	100,0000	100	100	100

Das M.G. der Boraxsäure, das des Wasserstoffs = 1 gesetzt, nach dieser Berechnung 68, nach BERZELIUS 69,7388, nach BERZELIUS 65,6 (nach meinen frühern Versuchen 62, nach BERZELIUS' frühern Versuchen 21,572, und nach THOMSON [*Phil. Mag.* 7, 245] 24).

Zersetzungen. Die angefeuchtete Boraxsäure wird schwach durch die Voltaische Säule zersetzt, und setzt am negativen Pol eine geringe Menge Boron ab. DAVY. Kalium zersetzt sie in der Hitze mit, Natrium ohne Feuerentwicklung. Kohle zersetzt sie nicht in der Weißglühhitze, auch nicht Phosphor, dessen Dämpfe durch rothglühenden boraxsauren Baryt gebildet werden.

Verbindungen. a. Mit Wasser:

α. *Boraxsäurehydrat*. — Man erhitzt die krystallisirte Säure beträchtlich über 100°, wobei sie die Hälfte ihres Wassers verliert. BERZELIUS.

	M.G.			Berzelius
Boraxsäure	1	68	71,58	71,88
Wasser	3	27	28,42	28,12
Boraxsäurehydrat	1	95	100,00	100,00

β. *Krystallisirte Boraxsäure*. — Schiefst beim Erkalten bei heissen Auflösung der Boraxsäure in Wasser in weissen,uppenartigen, unvollkommen perlmutterglänzenden, zä, fettig anzufühlenden, 6seitigen Blättern an, die bei Vereinigung mit Schwefelsäure oder fettiger Materie viel grö ausfallen. Spec. Gew. 1,479. KIRWAN.

	M.G.			Davy	Berzel.	Pleischl	Thomson
Boraxsäure	1	68	55,74	57	56	56 bis 55	55,5
Wasser	6	54	44 26	43	44	44 » 45	44 5
Krystall, Boraxs.	1	122	100,0	100	100	100 » 100	100,0

Die Krystalle verlieren über  $100^{\circ}$  die Hälfte ihres Wassers; in der Glühhitze unter starkem Aufschäumen scheidet sich Wasser, wobei der Wasserdampf einen Theil der borhaltigen Boraxsäure mit verflüchtigt.

*γ. Wässrige Boraxsäure.* — 1 Theil krystallisirte löst sich bei  $19^{\circ}$  in 25,66, bei  $25^{\circ}$  in 14,88, bei  $37,5^{\circ}$  in 10,16, bei  $50^{\circ}$  in 6,12, bei  $62,5^{\circ}$  in 4,73, bei  $75^{\circ}$  in 3,55 und bei  $100^{\circ}$  in 2,97 Theilen Wasser. **BRAND FIRNHABER.** Beim Abdampfen der Lösung verflüchtigt viel Boraxsäure.

*b. Mit den salzfähigen Basen bildet die Boraxsäure boraxsauren Salze, Borates.* Ihre Affinität gegen die Salze ist ein wenig größer, als die der Kohlensäure (nur in der Glühhitze treibt sie alle verflüchtigbare Säuren von sich aus), daher die boraxsauren Alkalien auch nicht in so hohem Maasse alkalisch reagiren, wie die kohlensauren. — Die boraxsauren Salze lassen sich meistens zu einem durchsichtigen Glase schmelzen, welches verschiedene Metalloxyde mit verschiedener Farbe aufnimmt; sie sind in der Glühhitze durch Kohle oder Phosphor zersetzbar. Die meisten Salze scheiden aus ihnen die Boraxsäure ab; erhitzt man sie mit Schwefelsäure und Weingeist, so verbrennt derselbe und anzünden mit grüner Flamme. — Die boraxsauren Salze sind mit Ausnahme des boraxsauren Ammoniaks, Kalis, Natriums und Lithons alle nur schwierig in Wasser auflöslich.

*c. Die Boraxsäure löst sich in mehreren stärkeren Säuren auf, besonders in Schwefelsäure.*

*d. Sie ist in Weingeist und Oelen auflöslich.*

### Boron und Wasserstoff.

*Boronwasserstoffgas?* — Boron, in Wasserstoffgas eingebracht, löst sich nicht darin auf. Das Gas, welches Boronkali in Wasser entwickelt, ist nach DAVY Boronwasserstoffgas. Beim Weißglühen von Eisenfeile mit  $\frac{1}{10}$  verglaster Boraxsäure erhält man eine zusammengehackene Masse, von welcher man annahm, daß sie neben Boraxsäure und Eisen auch

isen enthalte. Beim Auflösen derselben in erhitzter Salzsäure erhält man ein Gas, welches dem aus Gussisen erhaltenen Wasserstoffgas ähnlich riecht, welches, mit Luft gemengt, mit einer Verpuffung und röthlichgelber Flamme verbrennt, und beim langsamen Verbrennen eine gelbe Flamme mit grünem Schmelz zeigt, und mit salpetriger Salpetersäure einen weissen Nebel bildet, übrigens nicht mehr Sauerstoffgas verzehrt, als reines Wasserstoffgas. Ich leitete diese Eigenthümlichkeiten von einem geringen Borongehalt ab, doch können sie eben so gut von der Beimengung von etwas desjenigen Oeldampfs herkommen, welcher auch im Wasserstoffgas, das sich beim Auflösen von Gussisen in Säure entwickelt, vorkommt.

Fernere Verbindungen des Borons. Mit Phosphor, Schwefel, Schwefelsäure?, Chlor, Salzsäure?, Fluor und Kalium,

---

### Fünftes Kapitel.

## P h o s p h o r.

---

CRELL in s. *Laboratorium chymicum*. Hamb. u. Leipz. 1716. S. 660. u. *Philos. Transact.* Nr. 135, 196 u. 428.

STROGMANN *manière de faire le phosphore etc.* *Mem. de l'Acad. des sc.* 1692. p. 101.

SEMPER über die Bereitung und verschiedene chemische Verhältnisse des Phosphors. In s. *chem. Schriften*. Berl. 1762. B. 1 S. 42—111.

CRELL über die Phosphorsäure aus Knochen. *Crell N. Entd.* 2. 5.

u. über Phosphor und Phosphorsäure. *Crell chem. J.* 1, 23; 2, 137; 3, 88.

HARD über den Phosphor. *Ann. Chim.* 81, 109; auch *Schw.* 4, 212; auch *Gilb.* 44, 341.

über dens. Gegenstand. *Ann. Chim.* 85, 326; auch *Gilb.* 46, 270.

V. BÖCKMANN über das Verhalten des Phosphors in mehreren Gasarten. Erl. 1800.

über den Einfluss des Lichts auf den in Gasarten aufgelösten Phosphor. *Seher. J.* 5, 243.

NGEL über die Wirkung des Sonnenlichts auf den Phosphor. *Schw.* 1, 95; auch *Gilb.* 45, 63.

über denselben Gegenstand. *Gilb.* 48, 375.

ANNE zerlegende Versuche über den Phosphor. *Schw.* 1, 481; auch *Gilb.* 35, 288.

H. DAVY neue Untersuchungen über den Schwefel und Phosphor. *Sch.* 1, 484; auch *Gilh.* 36, 184.

— über einige Verbindungen des Phosphors und Schwefels. *Sch.* 494; auch *Gilh.* 46, 273.

GAY-LUSSAC u. THÉNARD Prüfung der zerlegenden Versuche DAVY's. *s. w. Rechercb.* 1, 187; auch *Schw.* 1, 488; auch *Gilh.* 36, 280.

PHILLIPS über das Verhalten des Phosphors in Wasser. *Phil.* 5, 4.

FOURCROY u. VAUQUELIN über die phosphorigsauren Salze. *J. phys. chim.* 4, 48.

ROSE über das Verhältniß des Sauerstoffs zum Phosphor in der Phosphorsäure. *N. Gebl.* 2, 309.

DULONG sur les combinaisons du phosphore avec l'oxigène. *Ann. Chim. Phys.* 2, 141; auch *Schw.* 18, 164.

BERZELIUS über die Zusammensetzung der Phosphor- und phosphorigen Säure und ihrer Salze. *Gilh.* 53, 393; u. 54, 31; auch *Ann. Chim. Phys.* 2, 151, 217 u. 329.

— sur la composition de l'acide phosphorique et de l'acide phosphorige. *Ann. Chim. Phys.* 10, 278.

THOMSON über die Phosphorsäure. *Thoms. Ann.* 7, 305; auch *Ann.* 17, 222.

— on phosphorous Acid. *Thoms. Ann.* 15, 227; auch *N. Tr.* 5, 2.

DAVY new exp. on some of the combinations of phosph. *Phil. Tr.* 1818, 316; auch *Schw.* 30, 294; auch *N. Tr.* 3, 2, 405.

DALTON on phosphoric Acid etc. *Manch. Mem. Sec. Ser.* 3; im *Thoms. Ann.* 15, 136.

Ueber das Phosphorwasserstoffgas s.: GENGEMBRE. *Crell Ann.* 1, 450. — KIRWAN in *s. phys. chem. Schriften* 3, 96. — RAYNOLDS. *Scher. J.* 5, 389. — BERTHOLLET. *Scher. J.* 5, 396. — THOMSON. *Thoms. Ann.* 8, 87; auch *Schw.* 18, 357. — Ferner *Phil. Ann.* 8, u. 247. — DALTON. *Thoms. Ann.* 11, 7; auch *Schw.* 24, 321.

HOUTON LABILLARDIERE. *Ann. Chim. Phys.* 6, 304; auch *Schw.* 100. — VAUQUELIN. *Ann. Chim. Phys.* 25, 401.

PELLETIER über die Verbindungen des Phosphors mit den Metallen. *Ann.* 1796, 2, 148.

GROTHUSS über die Verbindungen des Phosphors mit Metallen. *Ann. Chim.* 64, 19; auch *N. Gebl.* 5, 599; auch in *s. phys. chem. Forschungen* 103.

**Synonyme.** Kunkel'scher, Brandt'scher Phosphor, Harnphosphor, Phosphore, Phosphorus, Phosphorus Urinae.

**Geschichte.** BRANDT in Hamburg entdeckte 1669 zufällig Phosphor; MARGGRAF that 1740 die Eigenthümlichkeit der Phosphorsäure dar, die von STAHL für phlogistisirte Salzsäure gehalten worden war; GAHN zeigte 1769 ihr Vorkommen in den Knochen, und SCHEELLE das Verfahren, sie daraus abzuscheiden. VOISIER unterschied zuerst die, schon von SAGE bemerkte phosphorige Säure; PELLETIER gab ein Verfahren an, dieselbe durch langsames Verbrennen des Phosphors zu erhalten; FOURCROY u. VAUQUELIN untersuchten die Verbindungen der so gebildeten Säure; DULONG zeigte jedoch, daß dieselbe ein Gemisch aus phosphoriger Säure und Phosphorsäure sey, und daß die reine phosphorige Säure im Hydratzustand nur nach der von DAVY angegebenen Methode



werde; auch entdeckte Dulong die unterphosphorige Säure. LAVOISIER, ROSE, THÉNARD, BERZELIUS, DULONG, und DAVY bestimmten die Zusammensetzung der Säuren. GENGEMBRE entdeckte 1783, KIRWAN 1784 das unlösliche Phosphorwasserstoffgas; DAVY entdeckte 1812 das lösliche Phosphorwasserstoffgas. BÖCKMANN, THÉNARD u. a. beschäftigten sich vorzüglich mit der rothen Phosphorsäure, der vorzüglich VOGEL darthat, daß sie weder Sauerstoff, noch auch Kohlenstoff, wie dies THÉNARD früher geglaubt hatte. PELLETIER untersuchte sehr viele Phosphor-

verbindungen. In ziemlich großer Menge, fast immer nur als Säure, in verschiedenen Verbindungen, in allen 3 Reichen, auch thierischen; selten als Phosphorwasserstoffgas.

Bereitung. Man destillirt bei bestiger, zuletzt bis zum Sieden gehender, Hitze aus irdenen Retorten, von denen gewöhnlich mehrere in einem gemeinschaftlichen Galcerenofen befinden, und deren Hals meist mit Kupfern, in ein mit Wasser gefülltes Gefäß leitend, in Verbindung steht, ein Gemenge von verschiedener Phosphorsäure oder phosphorsaurem Bleioxyd und Kohlen, welche der Phosphorsäure ihren Sauerstoff entziehen, derselben als Kohlenoxydgas entweicht, und den Rest in Freiheit setzt.

a. Aus Menschenharn, sofern dieser phosphorsaures Ammoniak und phosphorsaures Natron enthält: a. Man destillirt den Honigdicke abgedampften Harn für sich, oder mit Kohlenpulver gemengt. BUNSEN, BOYLE. — b. Man mengt den zur Honigdicke abgedampften Harn mit Hornblei und 0,5 Kohlenpulver, und erhitzt, bis die Masse flüchtig ist, die dann auch destillirt wird. — c. Man kocht den Harn mit salpetersaurem (oder essigsaurem) Bleioxyd, den, aus phosphorsaurem und schwefelsaurem Bleioxyd aus Chlorblei bestehenden, wohl ausgewaschenen Bleislag trocknet er mit  $\frac{1}{4}$  Kohlenstaub in einer Planne, und destillirt.

b. Aus gebrannten Knochen, sofern sie größtentheils phosphorsaurem Kalk bestehen: a. Man bereitet kalkhaltige Phosphorsäure, mengt sie, wegen sie durch Abdampfen

Syrupdicke erhalten hat, mit ungefähr  $\frac{1}{3}$  Kohlenpulver, trennet das Gemenge und destillirt.  $\alpha$ . SCHEELE löst die Beinasche in Salpetersäure auf, fällt den Kalk durch Schwefelsäure, filtrirt und dampft ab; —  $\beta$ . NICOLAS zersetzt die gepulverte Beinasche mit verdünnter Schwefelsäure in der Wärme (besten auf 1 Beinasche 0,9 Vitriolöl und 12 Wasser, worin mit 0,2 Kohle gegen 0,1 Phosphor erhalten werden kann), filtrirt und dampft ab. — b. Man bereitet phosphorsaures Bleioxyd, und destillirt dasselbe mit  $\frac{1}{6}$  Kohle:  $\alpha$ . FOUNTAIN u. VAUQUELIN bereiten den sauren phosphorsauren Kalk nach der Methode von NICOLAS, und fällen seine wässerige Auflösung durch essigsaures Bleioxyd. —  $\beta$ . BERZELIUS löst die Beinasche in erwärmter Salpetersäure, und mischt sie mit heißem essigsaurem Bleioxyd. — c. BERZELIUS bereitet durch Zersetzung des phosphorsauren Bleioxyds mit  $\frac{1}{3}$  Vitriolöl und Wasser, Filtriren und Abdampfen reine Phosphorsäure, die er mit Kohle destillirt. Nach JAVAL (*Chim. Phys.* 14, 207; auch *N. Tr.* 5, 2, 327) verdampft dieselbe jedoch einem Theil nach, bevor sie noch von der Beinasche zersetzt ist.

Der übergegangene Phosphor wird durch Hindurchpressen durch Gamsleder unter warmen Wasser, oder durch Destillation von anhängender Kohle und rother Phosphorsäure befreit; letztere kann man auch durch wässriges Chlor oder verdünnte Salpetersäure nehmen. — Maucher Phosphor ist im geschmolzenem Zustande gelb, wird aber beim Erkalten, besonders beim schnellen, schwarz. Durch Kochen mit Weingeist kann man ihm diese Eigenschaft nehmen; Phosphor, mit Phosphorsäure geschmolzen, erhält sie im Gegentheil. BONZ (*Crell Ann.* 1788, 392). THÉNARD (in den beiden angeführten Abhandlungen).

Eigenschaften. Blafsgelb, durchsichtig, fettglänzend; PELLETIER zuweilen aus seiner Auflösung in flüchtigen Oelen in, wahrscheinlich regulären, Oktaedern, nach MITSCHERLICH aus seiner Auflösung in Schwefelphosphor in Rhomboëden und Dodekaedern krystallisirend; von 1,70—1,77 spec. Gewicht in der Kälte spröde, bei gewöhnlicher Temperatur von Wachsconsistenz. — Schmilzt bei 45 bis 46° zu einer ölähnlichen

steht nach HEINRICH bei  $40^{\circ}$ . Siedet nach  
bei  $250^{\circ}$ , nach DALTON bei  $288^{\circ}$ , nach PELLETIER  
Jedoch verdampft der Phosphor nicht bloß beim  
Wasser, so daß die erzeugten Wasserdämpfe  
sondern schon bei gewöhnlicher Temperatur in  
enge im luftleeren und im luftgefüllten Raume (S.  
5). Sauerstoffgas, Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas,  
saures Gas, Stickgas u. s. w., beladen sich, in Be-  
rührung mit ihm, mit seinem Dampf, und nehmen an Elasti-  
cität zu, namentlich das Stickgas um  $\frac{1}{40}$ ; die  
Flamme im Stickgase soll mit einem schwachen Leuch-  
ten seyn; das mit Phosphordampf beladene Sauer-  
stoffgas leuchtet in Berührung mit Stickgas oder Wasserstoff-  
gas. Diese Gase auf eine noch nicht erklärte Weise die  
Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoff bei  
gewöhnlicher Temperatur bewirken; eben so leuchten  
auch mit Phosphordampf beladene Gase, mit Ausnahme  
von Wasserstoffgas, in Berührung mit dem letztern. — Der  
Phosphor riecht knoblauchartig, schmeckt scharf und wider-  
steht giftig. — Höchst brennbar.

### Verbindungen des Phosphors.

#### Phosphor und Licht.

Die Phosphorsubstanz. — Bildung und Darstel-  
lung des Phosphors im luftleeren Raume oder in irgend  
einem durchsichtigen Körper, wie ausgekochtem Wasser,  
Wasserstoffgas, Stickgas, Kohlenwasserstoffgas,  
Wasserstoffgas, kohlensaurem Gas u. s. w. eingeschlos-  
sen, und dem violetten Lichte ausgesetzt  
den erwähnten Gasen und im luftleeren Raume  
des Phosphors, und legt sich als ein braunlichrother  
über den durchsichtigen Theil der Wandungen des Ge-  
fäßes ab. — In Salpetergas überzieht sich der  
Phosphor nicht roth, sondern weiß, wahrscheinlich wegen  
der zerstörenden Wirkung dieses Gases; auch in Schwefel-

kohlenstoff und in Schwefelphosphor wird der Phosphor geröthet. Das Licht der Schwefelflamme und des in Weisfeuers zeigt nicht die röthende Wirkung. BÖCKMANN

Auch bildet sich dieser rothe Körper bei jeder Verbrennung des Phosphors, sie geschehe in der freier Luft oder in Sauerstoffgas, oder in sehr verdünnter Luft oder man lasse einzelne Blasen von Sauerstoffgas in Wasser schmelzendem, Phosphor treten, VOGEL, welcher durch das während der Verbrennung hervorgebrachte lebhafteste Licht.

Eigenschaften und chemische Verhältnisse. Bräunliches Pulver, auf dem Phosphor schwimmend. Geruchlos. Erst über dem Siedpunkt des Wassers. — Leuchtet an der Luft, verbrennt erst über dem Siedpunkt des Wassers langsam mit gelber Flamme, hört aber auf zu leuchten, wenn man aufhört, von aussen Wärme zuzuführen. — Verwandelt es sich viel rascher, als der Phosphor in Salpetersäure oder durch wässriges Chlor in Phosphorsäure ohne hierbei Kohle abzuscheiden, oder Kohlensäure zu entwickeln, VOGEL.

#### Phosphor und Wasser.

Der Phosphor ist in Wasser unauflöslich; nach längerer Aufbewahrung in dieser Flüssigkeit zeigt er sich aber mit einer gelben Färbung am Licht schneller, als der Phosphor, röthenden Rindungen, welche ein Phosphorhydrat seyn könnte, gewöhnlich für ein Phosphoroxyd erklärt wird.

#### Phosphor und Sauerstoff.

Nach dem Kohlenstoff, Boron und Wasserstoff steht Phosphor unter den nicht metallischen Stoffen die höchste Affinität gegen den Sauerstoff. Er verbindet sich schon bei niedrigen Temperaturen, und zwar, mit einem Verhältniss des unter Wasser sich bildenden weissen Körpers zu 3 oder 4 Verhältnissen.

*A. Unterphosphorige Säure.*

*Hypophosphorige Säure, Acide hypophosphoreux.*

**Bildung.** Beim Zersetzen des Phosphorbaryums, Phosphorstrontiums oder Phosphorcalciums durch Wasser.

Noch nicht in reiner Gestalt bekannt.

	M.G.		Dulong	
Phosphor	2	32	72,7	73,4
Sauerstoff	1½	12	27,3	26,6
Unterphosphorige Säure	1	44	100,0	100,0

**Verbindungen.** a. Mit Wasser. *α. Hydrat der unterphosphorigen Säure.* — Man bereitet es nach Dulong, indem Phosphorbaryum durch Wasser zersetzt, die hierbei getretene Auflösung des unterphosphorigsauren Baryts vom unauflöslichen bleibenden phosphorsauren Baryt abfiltrirt, aus dem Filtrat durch, im richtigen Verhältnisse zugefügte, Schwefelsäure den Baryt niederschlägt, und die nochmals filtrirte Flüssigkeit bis zur Syrupdicke abdampft. — Das Hydrat erscheint als eine zähe, sehr saure, nicht krystallisirende Flüssigkeit. — Es zersetzt sich bei weiterem Erhitzen, indem der sämmtliche Sauerstoff der phosphorigen Säure und Sauerstoff des Wassers mit einem Theil des Phosphors zu Phosphorsäure verbindet, während der übrige Phosphor größtentheils mit dem aus dem Wasser entbundenen Wasserstoff zusammentritt, in Phosphorwasserstoffgas und wenig verdampften Phosphor, und in zurückbleibende Phosphorsäure. — Mit größeren Mengen Wassers mischt sie sich zu einer wässrigen Auflösung.

b. Mit den Salzbasen erzeugt sie die *unterphosphorigsauren Salze, Hypophosphites*. Viele derselben sind nicht krystallisirbar; dieselben zerfallen beim Erhitzen, durch Zersetzung mit Wasser, in Phosphorwasserstoffgas und Phosphor und zurückbleibendes phosphorsaures Salz, nebst wenig rother Phosphorsubstanz; an der Luft ziehen sie Sauerstoff an, und verwandeln sich dadurch allmählig in doppelt-phosphorsaure Salze; sie sind sämmtlich in Wasser, zum Theil auch in Wein-

geist löslich, und zerfließen zum Theil rasch an der  
Dulong.

### B. Phosphorige Säure.

*Unvollkommene Phosphorsäure, Acide phosphoreux, Ac. phosphorosum.*

Bildung. 1. Beim unvollkommenen Verbrennen des Phosphors. Dieses tritt ein, sowohl wenn man Phosphor in Berührung mit gemeiner Luft, die entweder in geringer Menge oder in sehr verdünntem Zustande gegeben ist, bis zu 100° erhitzt, als auch, wenn man ihn bei gewöhnlicher, oder wenig erhöhter Temperatur mit Luft oder Sauerstoffgas zusammenbringt.

Im ersteren Falle erfolgt ein rasches, bald beendigtcs Verbrennen. Im letzteren tritt die langsame Verbrennung ein. Diese findet im Sauerstoffgas zwischen + 27 und 60° statt, in der Luft schon über + 7°. Warum der Phosphor in der Luft bei niedrigerer Temperatur langsam verbrennt, als im Sauerstoffgas, erklärt man meistens aus der vermittelnden Wirkung des Stickgases, welches zuerst den Phosphor auflöst, in welcher aufgelösten Gestalt der Phosphor bei niedrigerer Temperatur mit dem Sauerstoffgas vertheilbar sey, als in der festen, wo die Cohäsion überwiegt. Auch diese sogenannte Auflösung des Phosphors in Stickgas ist bloß Verdampfen, welches eben so gut in Sauerstoffgas selbst statt findet (vgl. S. 271), ohne daß im letzteren Falle unter 27° eine langsame Verbrennung des im Sauerstoffgas vertheilten Phosphors erfolgte. Auch leuchtet der Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur nicht in zusammengedrückter atmosphärischer Luft, Haupt und umgekehrt leuchtet er in verdünntem Sauerstoffgas schon bei gewöhnlicher Temperatur. Also die Verdünnung des Sauerstoffgases, es sey durch eine andere Gasart, oder durch Verminderung des äußeren Druckes, begünstigt die langsame Verbrennung des Phosphors. SCHWEIGER (Schw. 40, 16). Die Thatsache bedarf daher einer andern Erklärung. — Diese langsame Verbrennung geht desto lebhafter vor sich, je höher die Temperatur; sie ist aber einer schwachen, nur im Dunkeln bemerklichen Licht- und geringen Wärme-Entwicklung verbunden; die sich bildende Säure erscheint in weissen Nebeln. Die langsame Verbrennung hört nach einer Stunde auf, wenn Sauerstoffgas oder Luft trocken sind, die gebildete Säure als eine feste Rinde den übrigen Phosphor umgibt, und so die Berührung zwischen Phosphor und Sauerstoffgas aufhebt; bei Gegenwart von Wasser wird dieses begierig von der Säure angezogen, dieselbe zerfließt, und die Verbrennung geht so lange noch Phosphor oder Sauerstoffgas vorhanden ist. Die



phosphorige Säure verbindet sich allmählig mit mehr Sauer- und wird dadurch zum Theil in Phosphorsäure verwandelt.

Bei der Zersetzung des Chlorphosphors im Minimum Wasser.

Herstellung. 1. Erhitzt man Phosphor bis zu 100° in einer haltenden engen Glasröhre, so sublimirt er sich als phosphorige Säure, unter Bildung von etwas rother Substanz. (A. Gehl. 1, 681). — 2. Phosphor, in höchster Luft erhitzt, bildet nach DAVY Phosphorsäure, phosphorige Säure und die rothe Substanz.

Eigenschaften. Ein weißes, flockiges, sehr voluminöses, verdampfbares und sublimirbares Pulver, von knoblauchartigem Geruch, saurem, eigenthümlich stechendem Geschmack, feuchtes Lackmuspapier stark röthend, nicht aber bleichend.

	M. G.			Davy	Berzelius	Dulong	Thomson
Phosphor	1	16	57,14	56	56,524	57,18	60
Phosphorstoff	1 1/2	12	42,86	44	43,476	42,82	40
phosphorige Säure 1		28	100,00	100	100,000	100,00	100

Zersetzung. Durch Kohle in der Glühhitze.

Verbindungen. a. Mit Wasser.

1. Hydrat der phosphorigen Säure. — Man erhält es DAVY durch Vermischen des Chlorphosphors im Minimum mit Wasser und Hinwegtreiben der Salzsäure und des überschüssigen Wassers durch gelindes Abdampfen bis zur Trockne. Beim Erkalten krystallisirt das Hydrat, welches nach DAVY beim Erhitzen in 0,77 Phosphorsäure-Hydrat und 0,23 Phosphorwasserstoffgas im Minimum und wenig Wasserdampf zersetzt, und daher beim Erhitzen unter Entwicklung entzündender Gasblasen an der Luft glänzend ver-  
brennt.

2. Wässrige phosphorige Säure. — Das Hydrat der phosphorigen Säure zerfließt an der Luft, und bildet eine farblose Flüssigkeit, das Wasser an Consistenz und spec. Gewicht übertreffend.

Mit Phosphorsäure gemischt, erhält man diese wässrige phosphorige Säure als sogenannte *Pelletier'sche phosphorige Säure*, *terphosphorsäure*, *Acide phosphatique*, durch das langsame Ver-  
 nenn des Phosphors, indem man nach PELLETIER (*Crell Ann.* 2, 447), einzelne Phosphorstangen in 1 Zoll lange, unten oben offene, unten jedoch trichterförmig zugespitzte Glasröhren bringt, die sich in einem Trichter befinden; der Trichter steht über einer Flasche, die auf einem wasserhaltenden Teller steht; das Ganze ist mit einer Glasglocke bedeckt, jedoch so, daß äußere Luft Zutreten kann. Die sich in der Flasche sammelnde Säure beträgt das 3fache vom angewandten Phosphor, läßt sich jedoch durch langes Abdampfen noch concentrirter erhalten. — Die so erhaltene wässrige Säure erscheint als ein schwerer, klebriger Syrup mit schwachem Knoblauchgeruch und sehr saurem Geschmack, bei Erhitzen Phosphorwasserstoffgas im Minimum entwickelnd, mit geringen Mengen Wassers unter Wärmentwicklung verbindbar. — Die Pelletier'sche Säure kann entweder als eine eigene Oxydation des Phosphors, welche zwischen phosphoriger Säure und Phosphorsäure liegt, oder auch als ein bloßes Gemisch von phosphoriger und Phosphorsäure betrachtet werden.

	M.G.		Thén.	Dulong	oder:	M.G.
Phosphor	1 16	47	47	47,85	Phosphorige S.	1 28
Sauerstoff	2 1/2 18	53	53	52,15	Phosphorsäure	4 144
Unterphosphors.	1 34	100	100	100,00		1 172

Für die erste Ansicht spricht, daß nach DULONG diese Säuren immer gleichviel Sauerstoff enthalten, und sich bei längerem Einsetzen an die Luft nicht weiter oxydiren und in Phosphorsäure wandeln soll. Da sie jedoch, mit Salzbasen vereinigt, keine eigenthümliche Salze liefert, sondern phosphorigsaure und phosphorsaurer Salze, so ist die letztere Ansicht wahrscheinlicher.

b. Mit mehreren salzfähigen Grundlagen bildet die phosphorige Säure die *phosphorigsauren Salze*, *Phosphites*; jedoch ist sie mit mehreren Metalloxyden nicht vereinbar, weil dieselben reducirt. Die Affinität der phosphorigen Säure zu den salzfähigen Basen ist gering. Der Geschmack der löslichen ist etwas scharf und knoblauchartig. Sie scheiden in der Hitze und verwandeln sich, da noch Wasser zugegen ist, unter Entwicklung von Phosphorwasserstoffgas und Phosphor, die beim Zutritt der Luft mit einem Schein einer Flamme verbrennen, in phosphorsaure Salze mit wässriger Basis. Sie nehmen bei gewöhnlicher Tempe-

der Luft keinen Sauerstoff auf; dagegen werden sie oxydirt und in phosphorsaure Salze verwandelt durch Salpetersäure, durch wässriges Chlor, durch mehrere Metalloxyde, welche dabei reducirt werden, und, in der Hitze, durch salpetersaure Salze, mit denen sie verpuffen; durch diese Oxydation geht ein neutrales phosphorigsaures Salz in ein neutrales phosphorsaures Salz über. vgl. GAY-LUSSAC (*Ann. Chim. Phys.* 1, 212). — Viele einfach-phosphorigsaure Salze sind nicht in Wasser löslich, werden es jedoch oft durch überschüssige Säure.

c. Mit Weingeist und andern organischen Flüssigkeiten.

### C. P h o s p h o r s ä u r e.

*Vollkommene Phosphorsäure, Knochensäure, Acide phosphorique, Acidum phosphoricum.*

Vorkommen. Im Mineralreich mit Kalk, Bittererde, Alaun- und den Oxyden des Urans, Mangans, Eisens, Blei's und Kupfer verbunden; in den organischen Reichen, besonders im Thierreich, mit Ammoniak, Kali, Natron, Kalk, Bittererde und Eisen.

Bildung. 1. Aus Phosphor. a. Die Phosphorsäure entsteht, so bald Luft oder Sauerstoffgas in hinreichender Menge vorhanden sind, bei der *raschen Verbrennung* des Phosphors. Dieselbe erfolgt ungefähr bei 60° \*), und zwar in

Unter gewissen Umständen erfolgt die rasche Verbrennung auch bei viel niedrigerer Temperatur, nämlich: 1. Wenn grössere Mengen verkleinerten Phosphors der Luft dargeboten werden, wobei durch die langsame Verbrennung erfolgende Temperaturerhöhung endlich den Grad erreicht, der zur Anfachung der raschen Verbrennung erforderlich ist. — 2. Wenn man Phosphor in einem Glase über den Schmelzpunct erhitzt, und wiederholt mittelst eines Löthrohrs Luft einbläst und schüttelt. Es bilden sich hierbei unter Feuerentwicklung neben etwas rother Phosphorsubstanz, die nichts zur leichteren Entzündung beitragen kann, weisse Flocken, wahrscheinlich von unterphosphoriger oder von phosphoriger Säure, welche, dem unveränderten Phosphor beigemengt, wirken, daß derselbe sich schon bei gewöhnlicher Temperatur entzündet, entweder weil sie durch schnelles Anziehen von Feuchtigkeit aus der Luft Temperaturerhöhung veranlassen, oder, vielleicht, weil die trockene unterphosphorige Säure schon bei gewöhnlicher Temperatur entzündlich ist. — 3. Wenn Phosphor mit Baumwolle, Harz- oder Schwefel-Pulver bedeckt ist, und die umgebende Luft durch die Luftpumpe rasch verdünnt wird, so

der Luft mit gelbem, im Sauerstoffgas mit blendendem weissen Lichte, unter heftiger Wärmeentwicklung. Das Product ist Phosphorsäure, die theils als ein weisser, im Finstern leuchtender Nebel sich erhebt, und in Flocken anlegt, theils verglast, mit der rothen Substanz gemengt, am Verbrennungsorte zurückbleibt. Häufig erzeugt sich nach DAVY zugleich etwas phosphorige Säure. — b. Der Phosphor verwandelt sich in Phosphorsäure, indem er folgenden Substanzen den Sauerstoff entzieht: der an ein fixes Alkali gebundenen Kohlensäure, in mässiger Glühhitze, unter Feuerentwicklung (indem man in das verschlossene Ende einer Glasröhre ein Stück Phosphor bringt, in ihren mittleren Theil ein kohlensaures fixes Alkali, die zum Glühen erhitzt, darauf den Phosphor durch angebrachte Hitze in Dampf verwandelt), der concentrirten Schwefelsäure, dem Chloroxyd, dem Stickoxydul, dem Stickoxyd, der salpetrig und Salpetersäure, den iod-, chlor- und salpetersauren Salzen, und den meisten Metalloxyden und Metallsäuren.

2. Aus unterphosphoriger Säure, welche sowohl durch Erhitzen (S. 273), als durch Zusammenbringen mit wässrigem Iod oder Chlor, und mit Gold- und Silberoxyd in Phosphorsäure verwandelt wird.

3. Aus phosphoriger Säure, sofern die trockene Säure und das Hydrat, an der Luft erhitzt, zu Phosphorsäure verbrennt; sofern die wasserhaltige beim Aussetzen an die Luft bei gewöhnlicher Temperatur, dergleichen beim Zusammenbringen mit Vitriolöl, Salpetersäure, wässrigem Chlor und mehreren Metalloxyden in Phosphorsäure übergeht.

Darstellung. Man entzündet trockenen Phosphor in einer auf Quecksilber schwimmenden Schale und bedeckt ihn

---

entzündet sich der Phosphor bei der gewöhnlichen Temperatur VAN MARUM (*Gren N. J. d. Phys.* 3, 96) und VAN BEMMELER (*Gehl.* 2, 252, *N. Gehl.* 1, 144 und *Gillb.* 59, 268). BEMMELER klärt dieses daraus, daß mit der Luftverdünnung die Cohäsion des Phosphors abnehme, wodurch seine Vereinigung mit Sauerstoff oder Schwefel befördert werde; diese Vereinigung sey entweder mit Wärmeentwicklung verknüpft, oder ihr Product sey leicht entzündlich. Jedoch paßt diese Erklärung nicht bei der B

r grossen Glasglocke; im Verhältniß, als der Sauerstoff in Luftinhaltes verzehrt wird, ersetzt man ihn durch hineingebrachtes trockenes Sauerstoffgas.

**Eigenschaften.** Weiße Flocken, oder glasige Masse. Die Phosphorsäure schmilzt in der Rothglühhitze, und verflüchtigt sich nach DAVY (*Ann. Chim. Phys.* 10, 218) noch unter der Siedeglühhitze\*). — Ohne Geruch; nicht ätzend; von stark angenehmem saurem Geschmack, Lackmus stark röthend. Reagirt mit Baryt-, Strontian- oder Kalkwasser weiße Flocken, die sich in einem Ueberschuß der Säure auflösen.

		Thomson's Angabe						
	M.G.		Lavoisier	älteste	ältere	neuere	neueste	
Phosphor	1 16	44,44	39,35	44,8	43	33	42,86	
Sauerstoff	3 1/2 20	55,56	60,65	55,2	57	66	57,14	
Phosphorsäure	1 36	100,00	100,00	100,0	100	100	100,00	

	Davy	Berzelius	Dulong	Rose
Phosphor	42,6	43,823 bis 44,05	44,8 bis 45,045	46,5
Sauerstoff	57,4	56,177 » 55,95	55,2 » 54,955	53,5
Phosphorsäure	100,0	100,000 » 100,00	100,0 » 100,000	100,0

**Zersetzungen.** 1. Die schwach angefeuchtete verglaste Glocke wird durch die Voltaische Säule in Sauerstoff und Phosphor zerlegt. — 2. Kohle, unter Bildung von Kohlenoxydgas, Kalium und Natrium, unter Feuerentwicklung, Eisen, Zink und einige andere Metalle entziehen in der Glühhitze der Säure den Sauerstoff. Bei Anwendung von Metallen bildet sich Phosphormetall und daneben Metalloxyd oder phosphorsaures Metalloxyd.

**Verbindungen.** a. Mit Wasser liefert sie:

α. *Phosphorsäurehydrat, Phosphorglas.* — Darstellung. 1. oxydirt den in kleinen Mengen zuzufügenden Phosphor durch die Pelletier'sche phosphorige Säure durch erwärmte concentrirte Salpetersäure, und dampft ab, bis sich der dickflüssige Rückstand in schwacher Glühhitze befindet. — 2.

Die Phosphorsäure, welche SCHREIBER (über Luft und Feuer S. 84) schon durch die Lichtflamme sublimiren konnte, war wohl phosphorige.

Man zersetzt phosphorsaures Ammoniak durch längeres gelbes Glühen im Porcellan- oder Platintiegel. — Hier bleibt nach DULONG immer etwas Ammoniak zurück; auch wird PROUST der Porcellantiegel stark angegriffen, und dadurch die Säure mit Erden verunreinigt; bei Anwendung von Platintiegeln alle Kohle sorgfältig abzuhalten, welche Phosphor reducirt und die Bildung des leicht schmelzbaren Phosphorplatin veranlaßt. — Man digerirt 6 Tage lang in einem steinernen Topfe bei mäßiger Wärme 16 Beinasche mit 15 Vitriolöl, und erst dann noch 32 Wasser, fügt dann 320 höchst rectificirten Weingeist hinzu, welcher die Phosphorsäure vollständig und den schwefelsauren Kalk fast gar nicht löst, filtrirt nach  $\frac{1}{2}$  Stunde durch Leinwand und preßt aus, verdünnt den Rückstand noch mit 80 Weingeist und preßt wieder aus, destillirt von dem Filtrat den Weingeist ab, und schmelzt den Rückstand. TROMMSDORF (N. Tr. 1, 1, 51; 2, 1, 354). — Das so erhaltene Hydrat, welches gegen 4,8 beträgt, enthält oft noch etwas Kalk und Schwefelsäure. — 4. Man löst Beinasche in der möglichst kleinsten Menge erwärmter Salpetersäure, mischt die Lösung noch heiß mit essigsaurem Bleioxyd, zersetzt den, aus phosphorsaurem Bleioxyd bestehenden, ausgewaschenen Niederschlag durch Digestion mit  $\frac{1}{3}$  Vitriolöl, das mit Wasser verdünnt ist, filtrirt und dampft ab. BERZELIUS. — Diese Säure kann Schwefelsäure, Kalk und auch Bleioxyd enthalten, welches letztere sich durch Hydrothionsäure nicht vollständig entfernen läßt.

Eigenschaften. Ein nicht sehr hartes, zähes, farbloses durchsichtiges Glas, in der Wärme zu einer syrupähnlichen Flüssigkeit schmelzend, und in der Rothglühhitze als Gas verampfbar.

	M.G.			Dulong Berthollet und	
Phosphorsäure	1	36	80	79,4	75
Wasser	1	9	20	20,6	25
Phosphorsäurehydrat	1	45	100	100,0	100

β. Krystallisirte Phosphorsäure. — Bildet sich zuweilen beim ruhigen Hinstellen der concentrirten wässrigen Phosphorsäure. Es sind nach STROMEYER, STEINACHER (A. Geh.



77) und SÜERSEN (*Scher. J.* 8, 115) schwach geschobene und breitgedrückte 6seitige Säulen, mit 4seitiger Pyramide, und mit Blätterdurchgängen nach den Seiten der 4seitigen Säule; Nadeln und federartige Krystalle. Im Zweifel enthalten sie mehr Wasser, als das Hydrat.

7. *Wässrige Phosphorsäure.* — Phosphorsäure, Phosphorsäurehydrat und die Krystalle zerfließen an der Luft; die ersten verbinden sich mit dem Wasser unter Wärmeentwicklung, die trockene Säure sogar mit Zischen. — Die wässrige Säure hat in concentrirter Gestalt Syrupconsistenz, nach SÜERSEN ein spec. Gewicht von 2,000. Sie ist wasserlöslich, und läßt sich in jedem Verhältnisse mit noch mehr Wasser mischen.

DALTON's Tafel über den Gehalt der wässrigen Phosphorsäure an trockener Phosphorsäure.

Spec. Gewicht	1,85	1,60	1,39	1,23	1,10
Procente	50	40	30	20	10

1. Mit den salzfähigen Grundlagen bildet die Phosphorsäure die phosphorsauren Salze, *Phosphates*. Ihre Affinität gegen die Salzbasen ist größer, als die der bis jetzt betrachteten Säuren, und sie neutralisirt sie vollständiger; doch reagieren einige Verbindungen dieser Säure mit einigen Alkalien noch ein wenig alkalisch. — Die phosphorsauren Salze sind unzerstörbar, wenn die Grundlage fix ist; sie sind meistens nicht schmelzbar. Kohle zersetzt sie bei gewissen Temperaturen sämmtlich, die phosphorsauren fixen Alkalien erst in Weißglühhitze, wobei sich der Phosphor meistens verflüchtigt (Bittererde), oft auch, mit dem Metalle der Salzbase zu Phosphormetall verbunden, zurückbleibt. Sie werden alle durch Schwefelsäure zersetzt. — Die basischen Salze, die meisten einfach-phosphorsauren Salze sind nicht in Wasser, aber alle in Salpetersäure löslich; die sauren lösen sich alle in Wasser. Diese Auflösungen in Wasser oder Salpetersäure liefern mit salpetersaurem Bleioxyd einen weißen opaken Niederschlag, der vor dem Löthrohre zu einer

Kugel schmilzt, die beim Erkalten eckig gesteht; der mit  
 raxglas ein in der Hitze klares, beim Erkalten undurch-  
 tig und weiß werdendes Glas liefert; der beim heftigen  
 hen mit Kohle Phosphor frei werden läßt, und aus dem  
 durch Schwefelsäure die Phosphorsäure abscheiden läßt.

c. Die Phosphorsäure ist im Alkohol auflöslich.

### Phosphor und Wasserstoffgas.

#### A. Leicht entzündliches Phosphorwasserstoffgas

*Phosphorluft, phosphorhaltiges, geposphortes Wasserstoff,  
 Gas hydrogene phosphoré, Gas hydrogene perphosphoré, Gas  
 drogenium phosphoratum.* — Scheint sich in der Natur ~~zu~~  
 als Ursache der Irrwische und ähnlicher Leuchterscheinungen ~~zu~~  
 zu finden (vgl. Gilb. 70, 225).

Bildung. Wenn der Wasserstoff im Augenblicke, ~~wo~~  
 aus einer andern Verbindung, besonders aus Wasser  
 wird, und eben erst Gasgestalt annehmen will, mit Phos-  
 in Berührung kömmt, z. B. beim Zusammenbringen ver-  
 dener Phosphormetalle mit Wasser, wo das Metall dem  
 erstoff, der Phosphor den Wasserstoff des Wassers  
 nimmt; beim Erhitzen von Phosphor mit einem fixen Al-  
 oder mit Zinkoxyd, oder mit Eisenoxydul (Rarmon) ~~mit~~  
 mit Wasser, wo die Affinität eines Theils des Phosphors  
 Sauerstoff des Wassers, die der Salzbasis zu der zu bilden  
 den Phosphorsäure, und die des andern Theils des Phos-  
 phors zum Wasserstoff des Wassers die Affinität zwischen  
 Sauerstoff und Wasserstoff überwindet; beim Auflösen einiger  
 mit Phosphor vereinigter oder gemengter Metalle, wie Zin-  
 Zinn, Eisen, in wässrigen Säuren; und vielleicht auch bei  
 Faulen phosphorhaltiger organischer Substanzen.

Auch wenn man Phosphor in Wasser bei gewöhnlicher Tem-  
 peratur dem Lichte aussetzt (im Dunkeln erfolgt dieses schwächer  
 und langsamer), so scheint sich durch Zersetzung des Wassers  
 was Phosphorwasserstoffgas und eine Säure des Phosphors zu  
 zeugen, denn das Wasser röthet Lackmus, riecht eigenthümlich,  
 giebt dunkle Niederschläge mit salpetersaurem Silber und Que-  
 silber, welche Eigenschaft das Wasser durch Aussetzen an die Luft  
 verliert. PHILLIPS (*Phil.* 5, 470). Nach BERZELIUS (in sein

nach 1825, 1, 223) bildet sich hierbei phosphorige Säure, das Wasser leuchtet beim jedesmaligen Schütteln, so lange die Flasche gut verschlossen ist, verliert aber diese Eigenschaft für eine Zeit, sobald Luft eindringen kann. Eine noch nicht erklärte Verunreinigung. — Schmelzt man Phosphor längere Zeit in Wasserstoffgas, so verbreiten sich bloß Phosphordämpfe in demselben, und theilen ihm Knoblauchgeruch und die Eigenschaft, in Berührung mit Sauerstoffgas zu leuchten, ohne daß eine chemische Verbindung zwischen Phosphor und Wasserstoff erfolgt. FOURCROY u. VAUQUELIN (*Ann. Chim.* 21, 202). Nach THOMSON dagegen soll beim Erhitzen von Phosphor und Wasserstoffgas das Phosphorwasserstoffgas gebildet werden.

**Darstellung.** 1. THOMSON füllt eine kleine Tubulatretorte mit  $\frac{3}{4}$  ausgekochtem Wasser und  $\frac{1}{4}$  Salzsäure, schüttet durch die Tubulatur Phosphorcalcium hinein, füllt auch den Rest mit ausgekochtem Wasser und erwärmt gelinde. 1 Unze Phosphorcalcium liefert 70 Würfelzoll, oder 16 Gramm liefern 1 Liter Gas. — 2. a. GENGEMBRE kocht in einer Gasentwicklungsflasche 1 Phosphor mit 2 concentrirten wässrigen Salzen; b. RAYMOND erhitzt 1 Phosphor mit 16 Kalkhydrat und Wasser. — 3. a. DAVY löst 1 granulirtes Zink, mit  $\frac{1}{2}$  Phosphor gemengt, in einem Gemisch aus 3 Vitriolöl und 5 Wasser auf; b. oder man löst Phosphorzinn in erhitzter Salzsäure auf. — Das nach 1 erhaltene Gas enthält am meisten, das nach 2 erhaltene am wenigsten Phosphor, also am meisten freies Wasserstoffgas, wodurch das spec. Gewicht sehr vermindert wird. Die geringere Phosphorgehalt bei 2 rührt nach GAY-LUSSAC's Angabe von der dabei statt findenden höhern Temperatur her, welche der Verbindung des Phosphors mit dem Wasserstoff entgegenwirkt. Diese Verunreinigung mit Wasserstoffgas entdeckt man DALTON durch Chlorkalk, welcher das Phosphorwasserstoffgas zerstört und das reine Wasserstoffgas übrig läßt. — Bei 2 und 3 muß die Luft der Gasentwicklungsflasche durch wiederholtes Durchleiten durch brennender Schwefelhölzer vom größten Theil des Sauerstoffgases befreit seyn, weil sonst, besonders bei schneller Entzündung, oft lebhaftere Verpuffungen erfolgen; auch darf der beim Erhitzen etwa übersteigende Phosphor nicht die Gasentwicklungsflasche verschließen.

**Eigenschaften.** Farblos. Spec. Gewicht S. 136. — Riecht faulen Fischen; untauglich zur Respiration und zur Un-

terhaltung des Verbrennens; sich an der Luft entzünden Lackmus nicht röthend.

Die Zusammensetzung dieses Gases ist noch nicht bestimmt. 1 Maafs desselben enthält nach THOMSON 1, nach DAVY und DALTON  $1\frac{1}{3}$ , nach GAY-LUSSAC u. THÉNARD und HOUTON LAMARLARDIÈRE  $1\frac{1}{2}$  Maafs Wasserstoffgas.

Zersetzungen. 1. Am Sonnenlicht setzt das Gas einen Theil seines Phosphors als rothe Phosphorsubstanz ab. VOGEL. — Der Absatz des Phosphors erfolgt auch in der Dunkelheit, und wird besonders durch Erkältung beschleunigt; das Gas wird unbeträchtlich an Umfang vermindert, und entzündet sich nicht mehr bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft, ausser, wenn es in großer Menge dargeboten wird. VAUQUELIN. Das so entstandene Gas sieht THOMSON als ein eigenthümliches an, von welchem 1 Maafs höchstens  $1\frac{1}{4}$  M. Sauerstoffgas verzehret, und welches aus 1 Maafs Wasserstoffgas auf  $\frac{3}{4}$  Maafs Phosphordampf, oder aus 1 Theil Wasserstoff auf 9 Theil Phosphor zusammengesetzt sey. Die frühere Ansicht, daß das nach dem Absatz von Phosphor übrig bleibende Gas mit DAVY's Phosphorwasserstoffgas identisch sey, haben VAUQUELIN und THOMSON als unrichtig erkannt. — 2. Durch fortgesetztes Hindurchschlagen des elektrischen Funkens erhält man ebenfalls Absatz eines röthlichen Niederschlages, und das übrig bleibende reine Wasserstoffgas hat nach THOMSON immer, nach DAVY gewöhnlich seinen vorigen Umfang beibehalten; nach DALTON dagegen um  $\frac{1}{3}$  zugenommen. — 3. Auch eine, nicht bis zum Glühen gehende Hitze bewirkt Absatz des Phosphors.

4. In Berührung mit Luft oder Sauerstoffgas entzündet es sich schon bei gewöhnlicher Temperatur; hierbei scheint eine langsame Verbrennung des Phosphors voranzugehen, durch welche die Temperatur bald auf den Grad steigt, bei welchem die rasche Verbrennung des Phosphors, und zugleich des Wasserstoffs möglich ist; deshalb erfolgt bei Zusammentreffen von Phosphorwasserstoffgas mit Sauerstoffgas nach DALTON in einer engen Glasröhre, deren Wände zu erkältend einwirken, keine rasche, sondern nur eine langsame Verbrennung, bei welcher nach THOMSON der Phosphor von 1 Maafs Phosphorwasserstoffgas  $\frac{1}{2}$  M. Sauerstoffgas absorbirt, während 1 M. reines Wasserstoffgas über

Dieselbe langsame Verbrennung findet statt beim Aufsteigen dieses Gases über lufthaltigem Wasser. Das rasche Zünden von einzelnen Blasen des Gases erfolgt in der röthlicher heller Flamme unter Bildung eines weißförmigen Nebels von Phosphorsäurehydrat, im Sauerstoff mit blendendem Lichte, und bei größeren Mengen starker Verpuffung. Nach THOMSON, so wie nach DALTON'scher Angabe verzehrt 1 Maass Phosphorwasserstoffgas 4 M. Sauerstoffgas, um Wasser und phosphorige Säure, 5 M. Sauerstoffgas, um Wasser und Phosphorsäure zu bilden; nach DALTON's neuerer Angabe werden im letzten 3 M. Sauerstoffgas absorhirt.

4. Mit (3 Maassen THOMSON) Chlorgas verbrennt es bei gleicher Temperatur mit glänzend grünem Lichte und Verpuffung zu Salzsäure und Chlorphosphor. — 6. Iod zersetzt das Gas unter Bildung von Iodphosphor und etwas Salzsäure, wobei freies Wasserstoffgas übrig bleibt. THOMSON. — 7. Schwefel, in Phosphorwasserstoffgas erhitzt, verbrennt, bei unverändertem Umfang, in hydrothionsaures, wobei zugleich Schwefelphosphor gebildet wird. THOMSON. — 8. Quecksilber, mit dem Gase geschüttelt, entzieht ihm einen Theil des Phosphors, und wird zu Phosphorquecksilber. — 9. Kalium und Zink entziehen beim Erhitzen dem Gas den Phosphor, und lassen von 100 Maassen zersetzten Phosphorwasserstoffgases nach DAVY und DALTON 133, nach LASSAC u. THÉNARD 150 M. reines Wasserstoffgas.

Das Phosphorwasserstoffgas zersetzt sich mit vielen Verbindungen des Sauerstoffs; nämlich mit wässrigem Chlor, mit Chlorkalk, schwelliger Säure, mit Stickoxydul, Stick-Salpetersäure und mit vielen schweren Metalloxyden. 10. Blei-, Kupfer-, Quecksilber-, Silber- und Goldsalze selbst, wenn sie in Säuren gelöst sind, wobei sich Wasserstoffmetall und Wasser erzeugt.

11. Verbindungen. a. Ausgelochtes Wasser absorhirt nach LASSAC  $\frac{1}{20}$ , nach HENRI  $\frac{1}{4}$ , nach DAVY  $\frac{1}{10}$ , nach DALTON  $\frac{1}{10}$ , nach RAMOND  $\frac{1}{4}$  Maass dieses Gases. Das damit

angeschwängerte Wasser ist nach Letzterem gelb, von heftigem, faden, sehr unangenehmen (äußerst bitterem, THOMSON'SCHEM) Geschmack, und unangenehmem Geruch. Es röthet nicht Lackmus. In der Siedhitze verliert es das Gas in unveränderter Gestalt, und reines Wasser bleibt. Es leuchtet nicht im Finstern. Der Luft (wahrscheinlich zugleich dem Lichte) ausgesetzt, entwickelt es Wasserstoffgas unter Absetzung der rothen Phosphorsubstanz. Auch dieses Wasser bildet mit Blei-, Kupfer-, Quecksilber- und Silberoxyd und deren Salzen Phosphormetalle, welche jedoch beim salpetersauren Ansetzen und Quecksilber nach einiger Zeit zu phosphorsauren Oxyden werden; es fällt nicht die Mangan-, Zink- und Eisensalze.

b. Mit Hydriodsäure. — Nicht mit Salzbasen.

c. Wahrscheinlich wird es vom Weingeist absorbiert.

### B. DAVY'S Phosphorwasserstoffgas.

*Wasserstoffphosphorhaltiges Gas, Gas hydrogene protophosphoré, hydrophosphoric Gas.*

**Bildung.** Beim Erhitzen des Hydrats der phosphorigen und der Unterphosphorsäure. — Vielleicht erzeugt sich das Gas auch beim Einwirken wässriger Alkalien auf Phosphor, wie dem so eben betrachteten Gase.

**Darstellung.** Das Hydrat der phosphorigen Säure wird erhitzt. DAVY. — Das S. 283 angegebene Gemeng aus Kalk und Wasser entwickelt beim Erhitzen nach einiger Zeit ein nicht mehr an der Luft sich von selbst entzündende Gas, das man alsdann besonders auffängt, und die sich nach GAY-LUSSAC u. THÉNARD wie das DAVY'sche Gas verhält.

**Eigenschaften.** Farblos. Spec. Gewicht S. 136. — riecht etwas weniger unangenehm, als das leicht entzündliche Gas.

Das Gas enthält nach DAVY 83,3 Phosphor auf 16,7 Wasserstoff. Nach HOUTON LABILLARDIERE enthalten 100 M. d. Gases 150 M. Wasserstoffgas, nach DAVY und THOMSON 100 M.

**Zersetzungen.** 1. Mit Luft oder Sauerstoffgas gemischt entzündet sich das Gas bei gewöhnlichem oder verstärktem Luftdruck erst bei einer Temperatur über 149°, dagegen

HOUTON LABILLARDIERE schon bei 20, wenn das Gasge-  
 e in einer starken mit Drath umgebenen Glasröhre über  
 Silber etwa um 2 Decimeter ausgedehnt wird. Mit  
 stoffgas zur Entzündung gebracht, verpufft es heftig;  
 absorbt nicht ganz ein doppeltes Volumen von letzterem,  
 n sich etwas Phosphor unverbrannt niederschlägt; bei  
 in hinlänglicher Menge vorhandenem Sauerstoffgase nimmt  
 Gas durch die Verpuffung an Umfang zu (in einem Ver-  
 he um  $\frac{1}{8}$ ), indem sich reines Wasserstoffgas abscheidet.  
 r. — 2. Mit Chlorgas verpufft das Gas mit weißer  
 me. 1 Maafs desselben bildet mit 4 Maassen Chlorgas  
 rphosphor im Max. und salzsaures Gas. DAVY. — 3.  
 refel in diesem Gase erhitzt, bildet Phosphorschwefel  
 Schwefelwasserstoffgas von doppeltem Umfange. DAVY.  
 i. Kalium, darin erhitzt, wird zu Phosphorkalium, und  
 Gas wird zu reinem Wasserstoffgas von doppeltem Um-  
 f. DAVY.

Verbindungen. a. Wasser absorbt nach DAVY  $\frac{1}{8}$  Maafs  
 es Gases.

b. Auch dieses Gas ist mit Hydriodsäure vereinbar.

c. GROTHUSS (*N. Gehl.* 9, 228) erhielt durch Erhitzen  
 des Phosphors mit Kali und Weingeist auf dem Boden der  
 Flüssigkeit einen öartigen Körper, der beim Erkalten nicht  
 fest wurde, und der, mit Wasser erhitzt, Phosphorwasserstoff-  
 gas entwickelte, ohne dafs das zurückbleibende Wasser Spu-  
 ren von Phosphorsäure gezeigt hätte. Eine ähnliche Substanz  
 erhält man auch beim Erhitzen des Phosphors mit wässrigem  
 Kali. Vielleicht ist dieses Oel ein *Wasserstoffphosphor*.

#### Phosphor und Kohlenstoff.

*Phosphorkohle?* — Man erhält sie nach THOMSON, wenn  
 Phosphorcalcium durch Wasser zersetzt, dann den Kalk in  
 chüssiger Salzsäure auflöst, wo die, auf einem Filter zu sam-  
 le und schnell auszuwaschende Phosphorkohle zurückbleibt. —  
 gelbes, weiches, geschmack- und geruchloses Pulver, nicht  
 färbbar. — Enthält nach THOMSON's Versuch 38 Kohle auf  
 Phosphor, nach seiner Vermuthung 33 Kohle auf 67 Phosphor.  
 irdet sich unter 100° nicht in trockener Luft, entzündet sich  
 er Rothglühhitze, wo der Phosphor zu Phosphorsäure ver-  
 t und die Kohle unverbrannt zurückbleibt. Zieht aus der Luft



Wasser an, und bildet damit Kohlenwasserstoffgas und Kohlensäure.

Diese vermeintliche Verbindung möchte wohl bloß ein Gemenge seyn aus rother Phosphorsubstanz und aus Kohle, welche vielleicht aus etwas im Kalke übriggebliebener Kohlensäure abgeschieden war.

*Phosphor-Kohlenoxydgas?* — Bereitet man den Phosphor durch Destillation von Phosphorsäure mit Kohle (S. 269), so verdichtet sich in der Vorlage nicht sämtlicher Phosphor, ein Theil bleibt im entwickelten Gase gelöst. Dieses, durch Schütteln mit Kalkmilch von der Kohlensäure befreit, zeigt ungefähr dasselbe spec. Gewicht, wie die gemeine Luft, riecht unangenehm, röthet nicht Lackmus, setzt bei langem Stehen keinen Phosphor leuchtet nicht beim Zutritt von Sauerstoffgas, verbrennt bei höherer Temperatur mit geringerer Verpuffung, als Wasserstoffgas und mit weißer Flamme, und erzeugt dabei Phosphorsäure, Kohlensäure und Wasser (welches vielleicht nur von beigemengtem Wasserstoffgas und Wasserdämpfen herrührt. Gm.). Es reducirt Gold und Silber aus ihren Auflösungen in Säuren. Trommsdorff, welcher dieses Gas zuerst unterschieden hat (A. Tr. 10, 1, 30), betrachtet es als eine Verbindung von Phosphor, Kohlenstoff und Wasserstoff, an, und er nennt es *phosphorhaltiges Kohlenwasserstoffgas*. Die Annahme von Berzelius, daß es nicht Wasserstoff, sondern Sauerstoff enthalte, ist wahrscheinlicher; überhaupt ist es vielleicht als ein Gemenge von Kohlenoxyd- und Wasserstoffgas zu betrachten, in dem Phosphor verdampft ist; oder als ein Gemenge von Kohlenoxydgas mit etwas Phosphorwasserstoffgas.

*Phosphor-Kohlenwasserstoffgas?* — Beim Kochen von Phosphor mit einer Auflösung des Kali in Weingeist entweicht ein Gas, von dem 1 Maass  $\frac{3}{4}$  M. Sauerstoffgas zum Verbrennen verbraucht wird und dabei, außer Wasser und Phosphorsäure,  $\frac{1}{3}$  M. Kohlenwasserstoffgas erzeugt, woraus Grotthuss berechnet, daß das Gas aus 1 M. Phosphor, 9,4 Kohlenstoff und 13 Wasserstoff bestehe. Grotthuss (Ann. Chim. 64, 32, auch N. Gehl. 5, 608; ferner Schumacher 274). Vielleicht bloß ein Gemenge von Wasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas und Weingeistdampf.

### Phosphor und Boron.

*Phosphorboron.* — Phosphor, mit Boron geschmolzen, färbt sich grünlich durch die Aufnahme von ein wenig Bor.

### Fernere Verbindungen des Phosphors.

A. Mit Schwefel. — B. Mit Selen. — C. Mit Iod. — D. Mit Chlor. — E. Mit Ammoniak.

. Mit den meisten Metallen zu *Phosphormetallen*. Seine  
 ät zu den Metallen ist geringer, als die des Schwefels.  
 ildet die Phosphormetalle: 1. indem man Phosphor mit  
 l bei einer höhern Temperatur zusammenbringt, wobei  
 erbindung oft unter Feuerentwicklung erfolgt; 2. indem  
 reine oder kalkhaltige Phosphorsäure und Metall mit oder  
 e Kohle zusammenglüht, wo ein Theil des Metalls oder  
 Kohle den Sauerstoff der Phosphorsäure aufnimmt; 3.  
 erhitzen einiger Metalloxyde mit Phosphor, wo sich  
 theil des Phosphors mit dem Sauerstoff, der andere mit  
 Metalle des Oxyds vereinigt; 4. durch Glühen eines  
 sauren Metalloxyds mit Kohle; 5. durch Zusammen-  
 von Phosphorwasserstoffgas mit Metalloxyden und ih-  
 ren. — Die Phosphormetalle sind fest, und fast alle  
 zeigen meistens Metallglanz und sind undurchsichtig.  
 sehr hoher Temperatur verlieren mehrere Metalle ih-  
 ren Phosphor; an der Luft oxydirt sich bei gewöhnlicher  
 Temperatur nur bei einigen Phosphormetallen der Phosphor  
 zugleich das Metall; in der Hitze findet jedesmal  
 Oxydation des Phosphors und bisweilen Bildung eines  
 sauren Oxyds statt. Salpetersäure verwandelt sie in  
 saure Metalloxyde. Die Verbindungen des Phosphors  
 der Alkalimetallen zersetzen das Wasser in Phosphor-  
 wasserstoffgas, unterphosphorige Säure und Metalloxyd.  
 G. Mit Weingeist, Aether, flüchtigen und fetten Oelen,  
 und Harzen.

---

### Sechstes Kapitel.

## S c h w e f e l.

---

VI zerlegende Versuche über den Schwefel. Schw. 1, 473; auch  
 B. 35, 278.

USSAC u. THÉNARD Prüfung dieser Versuche DAVY's. Recherch. 1,  
 7; auch Ann. Chim. 73, 229; auch Schw. 1, 488; auch Gilb. 35,  
 2.

H. DAVY neue Untersuchungen über den Schwefel und 1  
Schw. 1, 484; auch *Gilb.* 36, 184.

DAVY über einige Verbindungen des Phosphors und Schwefel  
7, 494; auch *Gilb.* 46, 273.

GAY-LUSSAC sur les sulfites sulfurés. *Ann. Chim.* 85, 199.

HERSCHEL sur l'acide hyposulfureux et sur ses combinaisons  
*Crim. Phys.* 14, 353; aus *Edinh. Philos. J.* 1, 396 u. 2, 1.

FOURCROY u. VAUQUELIN über die schweflige Säure und ihre  
Verbindungen. *Ann. Chim.* 24, 229; auch *Crell Ann.* 1800, 2, 9  
(das Ende fehlt hier).

BUSSY sur l'acide sulfureux anhydre. *J. Pharm.* 10, 202; auch  
*Chim. Phys.* 26, 63; auch *Schw.* 41, 451; *Pogg.* 1, 237; *Kem.*  
2, 127 u. 211; *Mag. Pharm.* 7, 160; *Berl. Jahrb.* 26, 2, 4.

WELTER et GAY-LUSSAC sur l'acide hyposulfurique. *Ann. Chim.*  
10, 312; auch *Schw.* 29, 182; auch *Gilb.* 65, 252.

KLAPROTH über das Bestandtheilverhältniß der Schwefelsäure.  
5, 509.

F. C. VOGEL Versuche über die rauchende Schwefelsäure. *Scher.*  
BUSSY sur l'acide sulfurique de Saxe. *J. Pharm.* 10, 368; auch  
*Chim. Phys.* 26, 411; auch *Mag. Pharm.* 8, 69; auch *N. Tr.*

CLEMENT u. DESORMES Theorie der Bereitung der Schwefelsäure  
*Chim.* 59, 329; auch *N. Gehl.* 4, 456.

GAY-LUSSAC über die Zersetzung der schwefelsauren Verbindungen  
durch die Wärme. *Mém. d'Arcueil* 1, 215; auch *N. Gehl.*  
auch *Gilb.* 27, 86.

SCHFFLE de aëre sulphuris foetido. *Opusc.* 1, 132.

BERTHOLLET über das schwefelhaltige Wasserstoffgas. *Scher.* 7

FOURCROY über die Bildung und die Eigenschaften der Schwefel-  
luft. *Crell Ann.* 1793, 2, 64.

A. VOGEL sur la décomposition mutuelle des acides et du gaz  
gène sulfuré. *J. Phys.* 82, 329.

BISCHOP über die Niederschläge durch Schwefelwasserstoff. *Scher.* 8

THÉNARD über die Schwefelwasserstoffalkalien. *Ann. Chim.* 8  
auch *Gilb.* 44, 94.

GAY-LUSSAC über die Einwirkung der Metalloxyde auf die  
wasserstoffalkalien. *Ann. Chim.* 78, 86; auch *Gilb.* 41, 31  
*Schw.* 24, 234.

— über das Niederschlagen der Metalle durch Schwefelwasser-  
stoffgas. *Ann. Chim.* 80, 205; auch *Gilb.* 42, 272.

Ueber den Schwefelkohlenstoff: LAMPADIUS. *A. Gehl.* 2.

CLEMENT u. DESORMES. *Ann. Chim.* 42, 121; auch *Scher. J.* 1  
auch *Gilb.* 13, 73. — AM. BERTHOLLET. *Gilb.* 28, 427. —

LIEN u. ROBIQUET. *Ann. Chim.* 61, 145; auch *N. Gehl.* 4, 12; auch  
28, 453. — CLAUZEL. *Ann. Chim.* 81, 72. — BERTHOLLET, 1

u. VAUQUELIN. *Ann. Chim.* 83, 253; auch *Schw.* 9, 301. —  
LIUS u. MARCEY. *Schw.* 9, 284; auch *Gilb.* 48, 135. — BE

*Gilb.* 48, 177.

ZEISE über die Xanthogensäure. *Schw.* 36, 1: 43, 160.

— über die Wirkungen zwischen Schwefelkohlenstoff, Ammoniak  
Weingeist. *Schw.* 41, 98 u. 170.

FARADAY über den Schwefelphosphor. *Ann. Chim. Phys.* 7, 71

DEIMANN, TROOSTWYK, NIEUWLAND, BONDY u. LAUWERENBURG  
die Entzündung des Schwefels mit Metallen. *Crell Ann.* 1799

VAUQUELIN sur la combinaison du soufre avec les alcalis. *Ann.*  
*Phys.* 6, 5; auch *N. Tr.* 2, 2, 270.

sur les sulfures alcalins. *Ann. Chim. Phys.* 6, 321; auch 3, 1, 195.

über die Schwefelalkalien. *Schw.* 34, 1.

sur les sulfures, qui proviennent de la reduction de quelques par le charbon. *Ann. Chim. Phys.* 22, 225; auch *N. Tr.* 66.

über die Zersetzung schwefelsaurer Metallsalze durch Wasserstoffgas. *Pogg.* 1, 99; auch *N. Tr.* 10, 2, 144.

sur quelques sulfures. *Ann. Chim. Phys.* 30, 24.

### Soufre, Sulphur.

**Historie.** Der Schwefel ist schon seit den ältesten Zeiten

— Die Schwefelsäure war vielleicht schon den Arabern jedoch erwähnt BASILIUS VALENTINUS zuerst ihrer Benutzung Eisenvitriol; seit 1720 kam zuerst in England ihre Benutzung durch Verbrennen des Schwefels in Gebrauch. Die beim des rauchenden Vitriolöls übergehende weiße Materie, die so lange als *Eisöl* oder *Oleum glaciale Vitrioli* kannte, LAFUSS (*Crell Ann.* 1785, 1, 438) und FOURCROY (*Crell Ann.* 1, 363) für eine mit schwelliger Säure verbundene, WINTERL für eine mit überschüssigem Sauerstoff versehene, F. C. VOGEL für eine sehr entwässerte, mit einem unangenehm begeistigenden Principe verbundene Schwefelsäure; allein VOGEL's Versuche, so wie DÖHREINER's (*Schw.* 13, 476), GELLIN's (*Schw.* 27, 439), URB's (*Quart. J. of Sc.* 19, 1), BURY's (*J. Pharm.* 10, 368) bestätigten die schon von LAFUSS (*Opusc.* 2, 284) und GIXTON-MORVILL (*in seinen Vorträgen über die sauren Salze* 1, 179) vorgetragene und jetzt allgemeine Ansicht, daß dieses Eisöl als wasserfreie Schwefelsäure betrachten sey. — Die verhältnißweise Zusammensetzung der Schwefelsäure erforschten vorzüglich RICHTER, KLAPROTH, LAFUSS und BERZELIUS. — Die schon lange beim Verbrennen des Schwefels beobachtete schwellige Säure wurde zuerst von STAHL untersucht; 1771 von SCHEEL; 1774 von PRIESTLEY, zuerst über Quecksilber als Gas ausflüßig; 1782 u. 1789 von LAFUSS, und 1797 von FOURCROY u. VAUQUELIN, welche schwelligsaure Salze kennen lehrten. — Die unterschwellig-Verbindungen wurden zuerst von VAUQUELIN (*Crell Ann.* 1, 286), dann von GAY-LUSSAC und HERSCHEL untersucht. — WALTER und GAY-LUSSAC entdeckten die Unterschwef-

el-Verbindung hydrothionige Säure entdeckte SCHEEL. — Die Hydrothion-Verbindung wurde zwar schon von ROUELLE d. J. bemerkt, jedoch nicht genauer, auch ihrer Zusammensetzung nach, untersucht; ihm beschafften sich besonders BERGMAN, KIRMAN, LAFUSS, PROUET, FULHARD, GAY-LUSSAC, BERZELIUS u. A. mit ihren Verhältnissen.

Der 1796 von LAMPADIUS entdeckte Schwefelkohlenstoff w von ihm und von AM. BERTHOLLET für eine Verbindung Schwefels mit Wasserstoff, von CLUZEL für eine Verbindung Schwefels mit Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff erklärt, die Versuche von C. L. BERTHOLLET, THÉNARD u. VAUQUELIN und von BERZELIUS u. MARCET bestätigten die schon von C. L. BERTHOLLET u. DESORMES angegebene Zusammensetzung aus Schwefel und Kohlenstoff. — Die bei Einwirkung des Schwefelkohlenstoffs auf Weingeist und Alkalien sich erzeugende Xanthonsäure untersuchte ZEISE.

Den Schwefelphosphor untersuchten vorzüglich MARCET, PELLETIER und FARADAY.

Die bei der Verbindung des Schwefels mit den Metallen häufig erfolgende Feuerentwicklung war zwar schon von SCHLEIERMÄRKER; DEIMANN, v. TROOSTWYK, NIEUWLAND, BONDT u. L. WERENBURGH zeigten jedoch zuerst, daß diese Feuerentwicklung auch bei abgehaltener Luft erfolge. Die Natur der Schwefelverbindungen wurde vorzüglich von VAUQUELIN, GAY-LUSSAC und BRAZILIAUX aufgehehlt. Letzterer erforschte außerdem am genauesten die Eigenschaften der Schwefelmetalle und ihr Verhältniß untereinander und zu den Schwefeläuren.

Vorkommen. 1. Gediegen. 2. Als schweflige Säure. 3. Als Schwefelsäure. 4. Als Hydrothionsäure. 5. In den Schwefelsteinen. 6. In einigen organischen Verbindungen.

Darstellung. 1. Man trennt den gediegenen Schwefel durch Destillation von beigemengter Erde. — 2. Aus Schwefelkies oder Kupferkies entwickelt man einen Theil des Schwefels durch Temperaturerhöhung, und zwar: a. in Retorten; b. in Röstöfen; c. in Schwefeltreiböfen.

Reinigung. 1. Durch Schmelzen und Abgießen von dem gebildeten Bodensatze. — 2. Durch Destillation in den Schwefelläuteröfen. Der nach 1. u. 2. gereinigte Schwefel wird in Schwefelbrode oder in Stangenschwefel geformt. — 3. Durch Sublimation, indem der verdampfende Schwefel in einen Hammer geleitet wird. Die so erzeugten Schwefelblumen werden durch Auswaschen mit Wasser von anhängender schwefeliger Säure und Schwefelsäure zu befreien. — Alle nach 1. u. 2. und 3. gereinigter Schwefel kann Arsenik, Selen und bituminöse Theile enthalten. VAUQUELIN (*Ann. Chim. Phys.* 25, 50). Durch wiederholte theilweise Destillation, wobei diese Stoffe vorzugsweise zurückbleiben, wird er immer reiner.

Eigenschaften. **System** 2 u. 2gliedrig. **Hauptform**: spitzes flaches Oktaeder (*fig. 31 bis 34 u. a.*); stumpfer Winkel der Basis  $102^{\circ} 40'$ ;  $a \parallel a' = 107^{\circ} 18' 40''$ ;  $a \parallel a'' = 108^{\circ} 48''$ ; spaltbar nach den Flächen *a*. **Haar.** Auf diese Form kommt der Schwefel natürlich krystallisirt vor, und er krystallisirt so aus seiner Auflösung in Schwefelkohlenstoff. Löst man geschmolzenen Schwefel langsam erkalten, und gießt den flüssigen Theil vom krystallisirten ab, so erhält man anfangs durchsichtige, dann aber undurchsichtig werdende, schiefe rhombische Säulen, welche nach MITSCHERLICH (*Ann. Chem. Phys.* 1855) dem 2 u. 2gliedrigen Systeme angehören (*fig. 74 u. a.*);  $a \parallel a' = 90^{\circ} 32'$ ;  $p \parallel$  Kante zwischen *u* u. *u'*  $= 95^{\circ} 46'$ . **Verwandtschaft** (*Pogg. 2, 423*) sucht diese zweierlei Formen des Schwefels mit einander zu reimen. vgl. auch BERNHARDI (*N. J. 2, 23*).

**Spec. Gewicht** des gediegenen 2,033 BRISSON, des Stannschwefels 1,990 BRISSON, der Schwefelblumen bei  $4^{\circ}$  C. im leeren Raume 2,086 LE ROYER u. DUMAS. Sehr spröde zerbrechlich, knistert beim Erwärmen mit der Hand durch Abreibung von Rissen. Blafsgrünlichgelb, beim jedesmaligen Erhitzen pomeranzen gelb. Durchsichtig oder durchscheinend. Lichtbrechende Kraft zu der des Wassers nach WOLFF  $= 0,204 : 0,1336$ .

Der Schwefel schmilzt bei 100 bis  $104\frac{1}{2}^{\circ}$  BARZELIUS, 103 bis  $9^{\circ}$  DALTON, zu einer gelben durchsichtigen ölarthigen Flüssigkeit. Bis zu  $144^{\circ}$  erhitzt, wird er braun und dickflüssig, nimmt aber bei gelindem Abkühlen seine vorige Consistenz wieder an; läßt man ihn jedoch längere Zeit in dieser Temperatur, und gießt ihn dann in Wasser, so bleibt er weich, bleibt auch nach dem Festwerden braun, ebenso lange Zeit, und hat nach THOMSON ein spec. Gew. 2,325, nach OSANN nur von 2,027 \*). Bei noch stärker Erhitzen wird der Schwefel wieder dünnflüssiger, und

BERZELIUS und THOMSON hielten diesen veränderten Schwefel für wenig oxydirten Schwefel, und Letzterer bestimmte seinen Sauerstoffgehalt auf 2,4 Procent. Doch zeigt sich diese Veränderung des Schwefels nach LAVIÉ und DAVY auch bei abgehaltener Luft. Die braune Färbung kann auch von dem bei Erhitzen, durch die Hitze veränderten Bergpessh herrühren.



er siedet nach DAVY bei  $293^{\circ}$ , wobei er sich in einen rannenfarbenen Dampf verwandelt, der sich an kältere per in feinen krystallinischen Theilen anlegt. — Er nicht die Elektricität; wird durch Reiben mit andern Körpern stark elektrisch. — Geruchlos, außer beim Reiben; von sehr schwachem, eigenthümlichen Geschmack.

Wird der Schwefel aus einer wässrigen Flüssigkeit in Kälte abgeschieden, so fällt er als ein sehr zartes, schwachlichweißes Pulver, als *Schwefelmilch*, *Lac sulphuris*, nieder, was man vorzüglich nach THOMSON'S Versuchen als ein *Hydrat des Schwefels* angesehen hat. Allein die Versuche von BUCHOLZ (Ann. Chem. 1808, 135), von BISCHOF (Schw. 43, 392), und meine eigenen beweisen die Abwesenheit des Wassers, und bestätigen uns, mit BERZELIUS (dessen Lehrbuch 1825, 1, 216), anzunehmen, daß die Schwefelmilch sehr fein zertheilter Schwefel ist, dem häufig etwas hydrothionige Säure und oft auch kohlige beigemischt sind.

## Verbindungen des Schwefels.

### Schwefel und Sauerstoff.

Die Affinität des Schwefels zum Sauerstoff ist größer als die sämmtlicher bis jetzt betrachteten einfachen Stoffe.

#### A. Unterschweiflige Säure.

*Schwefeloxyd*, *geschwefelte schweflige Säure*, *Acide hyposulfureuse*.

Erzeugt sich in Verbindung mit Salzbasen: 1. wenn man einige Metalle, wie Zink, in wässriger schwefliger Säure löst, wo sich das Metall durch 1 M.G. Sauerstoff, d. h. 1 M.Gewichten Säure entzieht, in Oxyd verwandelt. — 2. wenn man ein wässriges schwefligsaures Salz mit Schwefel versetzt, der reichlich gelöst wird. — 3. Wenn man ein wässriges schwefligsaures Alkali mit einer nicht zu großen Menge Hydrothionsäure oder einem hydrothionsauren Alkali versetzt, wobei ein Theil des in der schwefligen Säure enthaltenen Sauerstoffs theils mit dem Wasserstoff, theils mit dem Schwefel der Hydrothionsäure in Verbindung tritt. — 4. Wenn man ein hydrothionsaures Salz mit schwefliger Säure versetzt.



re mischt. VACQUELIN. — 5. Wenn man Schwefel mit wässrigen Alkali kocht, wo sich zugleich hydrothionige re erzeugt.

	M.G.	oder:	M.G.	oder:	M.G.
Schwefel	1 16 66,67	3 32 66,67	Schwefel	1 16 33,33	
Sauerstoff	1 8 33,33	1 16 33,33	Schweflige Säure	1 32 66,67	
Unterschweflige S.	1 24 100,00	1 48 100,00	Unterschweflige S.	1 48 100,00	

Man kennt diese Säure wegen ihrer Neigung, durch ungleiche theilung des Sauerstoffs, in schweflige Säure einerseits und Schwefel andererseits zu zerfallen, noch nicht für sich, wenn es nicht S. 303 Anmerkung beschriebene Flüssigkeit ist. Zersetzt man unterschwefligsaures in Wasser gelöstes Alkali durch eine stärkere Säure, so erhält die Flüssigkeit nach HERSCHEL einen sauren, beu und sehr bitteren Geschmack, und die Eigenschaft, aus salzsaurem Quecksilberoxydul und Silberoxyd Schwefelmetalle zu en, nicht aber auf die Salze des Zinks, Eisens und Kupfers einwirken, allein in wenigen Augenblicken fällt die Hälfte des Schwefels nieder, und die andere Hälfte bleibt mit sämmtlichem Sauerstoff zu schwefliger Säure verbunden in der Flüssigkeit. Diese Zersetzung könnte daher rühren, dass die Affinität des Wassers zur schwefligen Säure viel gröfser ist, als zur unterschwefligen. Allein wenn man unterschwefligsauren Strontian durch salzsaures Gas zerlegt, mit salzsaurem Gas gesättigten, Weingeist zersetzt (wo sich nur ein wenig Wasser aus dem Sauerstoff des Strontians und dem Wasserstoff der Salzsäure erzeugen kann), erfolgt nach LUSSAC die Zersetzung der sich abscheidenden Säure in schweflige Säure und in Schwefel.

Die unterschweflige Säure bildet mit den Salzbasen die unterschwefligsauren Salze, Schwefeloxysalze, Hyposulfites, Sulfures. In diesen Salzen sind mit 1 M.G. Salzbasis bald bald 48 Theile der Säure vereinigt. Erstere Salze scheiden aus der Luft Sauerstoff aufzunehmen, und sich dadurch in schwellig-, dann in schwefel-saure Salze zu verwandeln. Letztere, die doppeltsauren, ziehen nach GAY-LUSSAC der Luft keinen Sauerstoff an, und verwandeln sich, nach Salpetersäure oxydirt, in doppelt-schwefelsaure Salze. Stärkere Säuren, auch die schweflige, scheiden aus den unterschwefligsauren Salzen die Säure ab, die dann in schweflige Säure und Schwefel zerfällt. Alle unterschwefligsauren Salze scheinen in Wasser löslich zu seyn; ihre Lösung giebt

mit Bleisalzen einen weissen Niederschlag, der unverändert bleibt; mit Kupfersalzen einen gelbgrünen, der nach einiger Zeit rothbraun wird; mit Silbersalzen einen weissen Niederschlag, der schnell (durch Bildung von schwefligsaurem Silberoxyd und Schwefelsilber) dunkelrothbraun wird. **HARSEN PRÄFF** (Schw. 44, 490).

### B. Schweflige Säure.

*Unvollkommene Schwefelsäure, flüchtige, phlogistisirte Vitriolsäure, Acide sulfureux, Acidum sulphurosum, Acidum Vitrioli phlogisticatum; und, sofern sie als Gas erscheint: Schwefligsaures Gas, vitriolsaure Luft, Gas acide sulfureux, Acidum sulphurosum, u. s. w.*

**Vorkommen.** Bei Vulkanen, sowohl als Gas, als auch in Quellen.

**Bildung.** 1. Beim Verbrennen des Schwefels. Der Schwefel entzündet sich bei  $260^{\circ}$  bis  $294^{\circ}$ , und brennt in der Luft mit blauer, im Sauerstoffgas mit blendender violetter Flamme. An die Stelle des verzehrten Sauerstoffgases tritt schwefligsaures Gas, fast ganz von demselben Umfang. **DAVI.** — 2. Beim Erhitzen des Schwefels mit den Oxyden des Mangans, Zinks, Bleis, Quecksilbers und anderer Metalle. — 3. Beim Zusammenbringen des Chlorschwefels mit Wasser. — 4. Bei der Zersetzung der unterschweifligen Säure durch Wasser. — 5. Bei der Zersetzung der Unterschweifelsäure durch Erhitzen. — 6. Beim Erhitzen der concentrirten Schwefelsäure mit vielen Metallen, Kohle und organischen Stoffen.

**Darstellung.** 1. Man erhitzt 1 Vitriolöl mit  $\frac{1}{2}$  Hg oder 1 Quecksilber, so lange bis die Masse fest ist. — 2. Man erhitzt 100 Braunstein mit 12 bis 14 Schwefel, **BERTH.** — 3. Man erhitzt Vitriolöl mit Kohle, Sägespänen u. s. f. Hier tritt Verunreinigung mit Kohlensäure ein. — 4. Man brennt Schwefel in der gemeinen Luft. — Hier bleibt schweflige Säure mit viel Stickgas gemengt. Gewöhnlich fängt man die Säure in Gasgestalt über Quecksilber auf. Um sie im tropfbaren Zustande zu erhalten, verfährt man entweder nach **FARADAY's** Weise (S. 144), oder man presst nach

das Gas in einer luftleeren und abgekühlten Röhre einen Druck von 3 bis 5 Atmosphären zusammen, oder leitet nach Bussy das nach 1 oder 2 erhaltene Gas, um es von Wasser zu befreien, zuerst durch ein mit Eis umgebenes Gefäß, dann durch eine lange mit Chlorcalcium gefüllte Röhre, dann in eine kleine Flasche, welche mit einer Mischung aus 2 Eis und 1 Kochsalz umgeben ist, aus welcher eine Schenkelröhre das nicht verdichtete Gas unter Wasser leiten kann. — Aufbewahrung in fest verschlossenen Gefäßen unter 0°.

Eigenschaften. Im tropfbaren Zustande, in welchem es Lavoisier u. Laplace dargestellt haben: Farblose, durchsichtige, sehr dünne Flüssigkeit; von 1,42 Faraday, 1,45 Berzelius spec. Gew.; von einer lichtbrechenden Kraft, der des Wassers gleichkommend. Gesteht noch nicht bei — 17,8° C. fest, krystallisirt jedoch in einer stärkern Kälte, die man erzielt, indem man die flüssige Säure unter der exanthmatischen Glocke einer Luftpumpe sich vergasen läßt, zu einer flockigen Masse, Bussy. Siedet bei gewöhnlichem Barometer bei — 10°; erzeugt bei seiner Verwandlung in Dampf eine heftige Erkältung, und kühlt dadurch sich selbst bald unter ihren Siedpunct ab, so daß jetzt die Vergasung langwieriger erfolgt.

Spannung, spec. Gewicht und lichtbrechende Kraft des Gases S. 124, 136 u. 139. Das Gas ist farblos; nicht brennend; nicht zum Unterhalten des Verbrennens tauglich; von einem erstickenden Geruch; vollkommen unathembar; wirkt röthend, mehrere Pflanzenfarben entfärbend.

M.G.		Berzelius-Thomson-Clemens u. Desorm.				Maass sp.G.	
Schwefel	1	16	50	49,968	53	59	Schwefeldampf? 1 1,1093
Sauerstoff	2	16	50	50,032	47	41	Sauerstoffgas 1 1,1093
Schweflige S.	1	32	100	100,000	100	100	Schwefligs. Gas 1 2,2186

Zersetzung. 1. Nach Priestley und Berthollet zerfällt sie, durch eine glühende Röhre geleitet, in Schwefel und Schwefelsäure; nach Fourcroy u. Vauquelin nicht.

— Ohne Zweifel war im erstern Falle Wasser zugegen. — Wasserstoffgas, mit schwelligsaurem Gas durch eine glühende Röhre geleitet, erzeugt Wasser unter Abscheidung des Schwefels; in einer Röhre glühende Kohle erzeugt mit darüber geleitetem schwelligsauren Gas Kohlensäure und Schwefel; gelind erhitzter Phosphor bewirkt nach FOURCROY u. FAQUÉLIN keine Zersetzung. — 3. Mit Phosphorwasserstoff zersetzt sich das schwelligsaure Gas bei gewöhnlicher Temperatur in Wasser und Schwefelphosphor; desgleichen hydrothionsaures Gas in Wasser und Schwefel. — 4. Erhitze Metalle verwandeln sich im schwelligsauren Gase, zum Theil unter Feuerentwicklung, in Metalloxyde und Schwefelmetalle. — 5. Manche Metalle, wie Zink, Zinn, Eisen, verwandeln die wässrige schwellige Säure durch Entziehung ihres reinen Mischungsgewichts Sauerstoff in unterschwellige Säureverbindungen.

a. Mit Wasser erzeugt die schwellige Säure die *wässrige schwellige Säure*, *Spiritus Sulphuris per Campanam*. — Gießt man die tropfbar-flüssige schwellige Säure behutsam zu Wasser, so setzt sie sich als eine besondere Schicht unter dasselbe; taucht man dann einen Stab ein, erfolgt durch die Wärmeentwicklung, die bei der Verbindung zwischen Wasser und Säure statt findet, heftiges Aufkochen durch Gasbildung. BOSSY. Auch mit einem Stück Eis kocht die schwellige Säure augenblicklich ins Kochen. FAQUÉLIN. Vom Gase absorbirt das Wasser nach FOURCROY u. VAUCQUER (Crell Ann. 1800, 2, 307) bei  $5^{\circ} \frac{1}{7}$  seines Gewichts, sein spec. Gewicht ist alsdann 1,020; nach PRIESTLEY bei gewöhnlichen Temperatur nur  $\frac{1}{25}$  seines Gewichts; THOMSON bei  $16^{\circ} \frac{1}{11}$  seines Gewichts oder 33mal sein Volumen, und erhält ein spec. Gewicht von 1,0513; nach DALTON 20mal, nach TH. SAUSSURE bei  $18^{\circ} 44'$  sein Volumen; das spec. Gewicht des mit schwelliger Säure gesättigten Wassers ist nach BERTHOLLET 1,040. — Die Verbindung erfolgt unter schwacher Wärmeentwicklung; schmilzt bald in diesem Gase.

Die Flüssigkeit ist farblos, vom Geruch des brennenden

fels, und von saurem, trocknenden Geschmack. — Beim Gefrieren des Wassers, welches einige Grade unter 0 ist, entweicht das Gas nicht, beim Kochen nur zum Theil, dies nicht sehr lange fortgesetzt wird; an der Luft verliert ein Theil des Gases, während der andere, in Schwefelsäure verwandelt, zurückbleibt.

Die *schwefligsauren Salze, Sulfites*, welche aus der Verbindung der schwefligen Säure mit den salzfähigen Grundstoffen entspringen, erhält man durch Hindurchtreiben des schwefligsauren Gases durch die in Wasser aufgelösten oder erhalten reinen oder kohlensauren Basen. — Sie sind gewöhnlich weiß, und zeigen, wenn sie in Wasser löslich sind, einen sehr lebhaften Geschmack. — Im Feuer zerfallen die schwefligsauren feuerfesten Alkalien und die schwefligsaure Erde in Schwefel und in zurückbleibendes schwefelsaures Salz mit Ueberschuß der Basis; bei den meisten übrigen schwefligsauren Salzen entweicht die Säure, und es bleibt das Metall; beim Blei bildet sich jedoch Schwefelblei und schwefelsaures Bleioxyd. Die meisten schwefligsauren Salze, mit Kohle, Wasserstoff, Kalium, Natrium, Eisen, Zink, Zinn, Mangan oder Antimon erhitzt, werden zu Schwefelmetallen, indem diese Stoffe sowohl der schwefligen Säure, als dem Metalloxyd den Sauerstoff entziehen. — Kocht man diese Salze mit Schwefel, so werden sie unter Aufnahme desselben zu unterschwefligsauren Salzen; dieselbe Veränderung findet statt durch Hinzufügen von wenig Hydrothionsäure, oder hydrothionsauren Salzen, welche bloß in dem Falle die Fällung von einem Theil des Schwefels verhindern, wenn sie im Ueberschuß zugesetzt werden. — An feuchter Luft, besonders in feuchtem Zustande, in Salpetergas, salpetriger und Salpetersäure, in wässrigem Chlor und in Berührung mit einigen Metalloxyden verwandeln sie sich durch Aufnahme von Sauerstoff in schwefelsaure Salze, und zwar ohne Veränderung der Neutralität. — Sie werden nicht durch Salpetersäure und Boraxsäure zersetzt, aber durch phosphorige Säure, Phosphorsäure, Arseniksäure, Schwefelsäure u. s. w.,

und zwar, wenn nicht sehr viel Wasser vorhanden ist, **Aufbrausen und Entwicklung des schwefligsauren Gases.**

Unter den einfach-schwefligsauren Salzen ist bloß das **Ammoniak-, Kali-, Natron- und Lithonsalz** in Wasser auflöslich; in Weingeist sind sie fast alle unauflöslich; die meisten schwefligsauren Salze lösen sich sämmtlich in Wasser auf.

c. Weingeist und einige andere organische Flüssigkeiten verschlucken das schwefligsaure Gas.

### C. *Unterschwefelsäure.*

#### *Acide hyposulfurique.*

**Bildung.** Beim Zusammenbringen der wässrigen schwefeligen Säure mit Braunstein, welcher, wenn es Manganhypoxydul ist, an die schweflige Säure  $\frac{1}{2}$  M.G. Sauerstoff tritt, und sich dadurch in Manganoxydul verwandelt, das in der gebildeten Unterschwefelsäure auflöst (nicht mit bloßem Blei- oder mit Baryumhyperoxyd), auch, wie es scheint, beim Zusammenbringen der Schwefelsäure mit mehreren organischen Stoffen, wie mit Weingeist.

Noch nicht in reiner Gestalt bekannt.

	M.G.			oder:	M.G.		
Schwefel	2	32	44.44	Schweflige Säure	1	32	44.44
Sauerstoff	5	40	55.56	Schwefelsäure	1	40	55.56
Unterschwefelsäure	1	72	100.00	Unterschwefelsäure	1	72	100.00

**Verbindungen. a. Mit Wasser:**

**a. Unterschwefelsäurehydrat.** — Man leitet schwefliges Gas durch in Wasser vertheiltes Braunsteinpulver (wird Manganhypoxydulhydrat seyn müssen), wo sich schwefelsaures (dieser wohl nur bei Gegenwart von Manganoxyd) und unterschwefelsaures Manganoxydul erzeugt; schlägt durch überschüssiges Barytwasser das Manganoxydul und die Schwefelsäure nieder; filtrirt, scheidet den überschüssigen Baryt durch hindurchgeleitetes kohlensaures Wasser und nachheriges Kochen ab; reinigt den unterschwefelsauren Baryt durch Abdampfen und Krystallisiren; löst die Krystalle in Wasser; schlägt aus der Auflösung den Baryt durch, in genau entsprechenden Verhältnisse zugefügte, Schwefelsäure.



er, und dampft endlich das Filtrat zuerst durch Erwärmung, dann im luftleeren Raume mittelst Schwefelsäure bis zu 17 spec. Gewicht ab. Diese Verbindung scheint sich nicht zu bilden, wenn schwefligsaures Gas durch erkaltetes Vitriolöl geleitet wird; es entsteht hierbei nach FOURCROY u. VAUQUELIN eine gelbliche Masse, welche beim Aufthauen das schwefligsaure Gas entweichen läßt. Schüttelt man in der Kalte Vitriolöl mit tropfbarer verdünnter schwefliger Säure, so mischt sich letztere nur in geringer Menge dem Vitriolöl bei, und ertheilt ihm geringeres specifisches Gewicht und den Geruch nach schwefliger Säure; der größte Theil derselben erhebt sich als eine besondere Schicht über das Vitriolöl. Bussy.

Das Hydrat der Unterschwefelsäure ist geruchlos, und wirkt stark sauer. — Es zersetzt sich beim weitem Abdampfen im luftleeren Raume oder durch Erwärmung bis zu 100° in reichende schwellige und in zurückbleibende Schwefelsäure. Oxydirt sich in der Kalte nicht durch concentrirte Salpetersäure, wassriges Chlor und schwefelsaures Manganoxyd. Es wirkt auf das Zink, ohne hierbei eine Zersetzung zu erleiden, unwirksam auf Wasserstoffgasentwicklung auf. Gay-Lussac.

β. Die Säure ist mit größern Mengen Wassers mischbar.

γ. Die aus ihrer Verbindung mit den Salzbasen entspringenden unterschwefelsauren Salze, *Hyposulfates*, enthalten im normalen Zustande 2 M.G. Schwefel auf 5 M.G. Sauerstoff, d. h. eben so viel Schwefel, wie die meisten unterschwelligsauren, und doppelt soviel, als die einfach-schwelligsauren Salze; daher entwickeln sie beim Erhitzen 1 Theil schwefligsaures Gas, und werden dadurch zu einfach-schwefelsauren Salzen. Schwefelsäure entwickelt aus ihnen bei Hitze schweflige Säure, in der Kälte scheidet sie die zersetzte Unterschwefelsäure ab. Sie scheinen sämmtlich in Wasser löslich zu seyn; diese Auflösung oxydirt sich an der Luft nicht, oder langsam. Gay-Lussac.

#### D. Schwefelsäure.

*Vitriolsäure, vollkommene Schwefelsäure, Acide sulfurique, Acide vitriolique, Acidum sulphuricum, Acidum vitriolicum.* — Findet sich



mit Wasser verbunden wohl nur in einigen vulcanischen Quellen, ausserdem aber in grosser Menge in Verbindung mit Ammoniak, Kali, Natron, Baryt, Strontian, Kalk, mit Bittererde, Alaun, Uran-Oxydul u. -Oxyd, Kobalt-, Zink- und Blei-Oxyd, Eisen-Oxydul u. -Oxyd, und mit Kupferoxyd im unorganischen und organischen Reiche.

**Bildung.** 1. Aus Schwefel. a. Nach JOHN (*Schw.* 144) ziehen feuchte Schwefelblumen aus der Luft Sauerstoff an und erzeugen nach einigen Wochen etwas Schwefelsäure. b. Durch wässriges Chlor und durch erhitzte Salpetersäure und Salpetersalzsäure wird der Schwefel langsam in Schwefelsäure umgeändert. — 2. Aus schwefliger Säure. a. Trockene schweflige Säure bleibt, mit trockenem Sauerstoffgas gemengt, unverändert; bei Gegenwart von Wasserdampf folgt allmälige Verbindung zu wässriger Schwefelsäure. Schwefligsaures Gas, mit Sauerstoffgas, Salpetergas und Wasserdampf in Berührung, verwandelt sich schnell in Schwefelsäure, die mit der untersalpetrigen und mit dem Wasser in Verbindung tritt. (Hierauf beruht die Darstellung des natürlichen Vitriolöls). c. In Berührung mit Salpetersäure, wässrigem Chlor und mit Hyperoxyden des Wasserstoffs und verschiedener Metalle wird die schweflige Säure zu Schwefelsäure, die sich in letzterem Falle mit dem bis zum salzsauren Zustand reducirten Metalloxyd vereinigt. — 3. Aus unterschwefelsäure. a. Durch Erhitzen derselben. b. Durch ihre Behandlung mit Salpetersäure. — 4. Aus Schwefelmetallen. Mehrere derselben, im feuchten oder erhitzten Zustande der Luft dargeboten, verwandeln sich in schwefelsaure Metalloxyde. — 5. Aus unterschwefligsauren Salzen, welche durch Salpetersäure oxydirt, in schwefelsaure Salze verwandelt werden. — 6. Aus schwefligsauren Salzen. Diese ziehen sowohl aus der Luft Sauerstoff an, wenn sie feucht sind, als auch aus Salpetersäure und wässrigem Chlor, und werden dadurch zu schwefelsauren.

**Darstellung.** 1. Man erhitzt rauchendes Vitriolöl in einer Retorte, an deren Hals eine, mit Eis umgebene, ganz trockene Vorlage (jedoch ohne allen Kitt oder Papier) die

fließt. Das zuerst Uebergehende ist wasserfreie Schwefelsäure, später kommt wasserhaltige, daher muß die Vorlage nach einiger Zeit abgenommen werden. — 2. Man dampft das Gemisch aus 3 geglühtem Glaubersalz und 2 englischem Vitriol in einem Tiegel bis zum anfangenden Glühen und Aufhören des Kochens ab, zerschlägt das erkaltete doppelt-schwefelsaure Natron, und glüht es in einer mit Vorlage versehenen Porcellanretorte, wobei das zweite M.G. Schwefelsäure übergeht. **BERZELIUS.**

**Eigenschaften.** Feine, federartig und sternförmig zusammengehäufte weiße undurchsichtige Nadeln. Zähe, schwer zerschnittend, **VOGEL.** Spec. Gewicht bei  $13^{\circ} = 1,9546$ , **WEAU**; im geschmolzenen Zustande bei  $20^{\circ} = 1,97$ , **BUSSY.** Schmilzt erst über  $+ 12$  bis  $19^{\circ}$ , **VOGEL**, bei  $25$  oder etwas höher, **BUSSY**, zu einer Flüssigkeit, die nach **BUSSY** dünner ist, als gewöhnliches Vitriolöl, und wohl im reinen Zustande farblos ist, doch gewöhnlich, wahrscheinlich durch etwas als Staub beigemischte und zersetzte organische Materie braun erscheint. Verwandelt sich bei etwas höherer Temperatur in einen farblosen Dampf. — Erzeugt an der Luft einen starken, erstickenden Nebel, läßt sich einige Zeit zwischen den trockenen Fingern halten, erregt aber dann in der Nase eine eindringende Empfindung. **F. C. VOGEL.** Zischt heftig mit Wasser. Verkohlt schnell Holz, Papier und viele andere organische Körper. Sehr ätzend und giftig, schmeckt bei Verdünnung mit Wasser stark sauer, und röthet Lackmuspapier, während die trockene Saure trockenes Lackmuspapier nicht röthet. Giebt mit wässrigem salzsauren Baryt einen Niederschlag, der in Salzsäure nicht löslich ist \*).

**VOGEL** fand die trockene Schwefelsäure in mehreren Verbindungen mit Schwefel verbindbar zu einer braunen, grünen und schon blauen Materie, von denen die erste am meisten, die letzte am wenigsten Schwefel enthält. Die grüne Verbindung ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, die beiden übrigen sind flüssig. In der Hitze entwickeln sie schweflige Säure, bisweilen etwas wasserfreie Schwefelsäure, und es bleibt Vitriolöl (also muß bereits etwas Wasser hinzgetreten gewesen seyn), mit Schwefel bei der grünen, ohne Schwefel bei der blauen Verbindung zurück. In

	M.G.			Berzelius	Richter	Klaproth
Schwefel	1	16	40	40,14	42,05	42,3
Sauerstoff	3	24	60	59,86	57,95	57,7
Schwefelsäure	1	40	100	100,00	100,00	100,0
	Maafs			Maafs		
Schwefeldampf?	1	1,1093		Schwefligsaures Gas	1	1
Sauerstoffgas	1,5	1,6639		Sauerstoffgas	0,5	1
Schwefelsäuredampf	1?	2,7732?		Schwefelsäuredampf	1?	1

**Zersetzungen.** 1. Die Säure, in Dampfform durch glühende Porcellanröhre geleitet, zerfällt in ein Gemisch aus 2 Maafs schwefligsaurem Gas auf 1 M. Sauerstoffgas. **BERZELIUS.** — 2. Phosphor entzündet sich in den Dämpfen wasserfreien Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur nach einiger Zeit, und setzt eine dicke Rinde Schwefel **VOGEL.** — 3. Quecksilber wirkt bei Erwärmung schnell auf die Säure, und bildet damit, indem es einem M.G. der Säure 1 M.G. Sauerstoff entzieht, unter Entwicklung schwefelsaures Quecksilberoxyd. **VOGEL.**

**Verbindungen.** a. Gegen Wasser hat die Schwefelsäure eine sehr grosse Affinität. Sie zieht die ersten Mischungen desselben mit grosser Gewalt an sich, raucht und zerfliesst schnell an der Luft. Bei der Verbindung mit Wasser wird ausserordentlich viel Wärme frei. Mischet man daher 4 Theil Säure mit 1 Wasser, so wird die entstehende Verbindung unter Lichtentwicklung und Explosion in Wasser verwandelt. **F. C. VOGEL.**

α. Bei der Destillation des rauchenden Vitriolöls (Schwefelsäure) geht nach der wasserfreien Schwefelsäure eine durchsichtige

Flüssigkeit über, welche unter starker Erhitzung in Schwefelsäure und Schwefel zerfällt. In der blauen Verbindung zündet sich Phosphor augenblicklich unter Absatz von Phosphor. Die blaue Verbindung bildet mit den Alkalien und Erden eine Verbindung, welche unter Entwicklung von schwefligsaurem Gas, schwefelsaure Salze u. s. w. Wahrscheinlich hat man diese Verbindungen als höhere Oxydationsstufen des Schwefels anzusehen, welche durch die grosse Vermöge seiner prädisponirenden Affinität zur Schwefelsäure zersetzt; und in einer derselben hat man die obenbeschriebene unterschweflige Säure zu suchen. Vielleicht auch diese blaue Verbindung, welche sowohl dem Urstoff als auch der von **VAUQUELIN** beschriebenen, künstlich erzeugten Substanz (*Schw.* 13, 486) die Farbe ertheilt.

liche, in größern Krystallen anschießende, leicht schmelzende Verbindung von sehr viel Schwefelsäure mit sehr wenig Wasser über.

β. *Nordhäuser, deutsches, rauchendes, braunes Vitriolöl.* Wird dargestellt durch heftiges Glühen des durch Erhitzen an der Luft vom Krystallwasser befreiten und in schweres Eisenoxyd verwandelten Eisenvitriols in irdenen Retorten. Die irdenen, köhlgehaltenen Vorlagen enthalten ein wenig Kohle, oder, in neuerer Zeit englisches Vitriolöl, weil sich sonst Dämpfe der übergehenden wasserfreien Säure nicht gehörig abziehen würden. Dieselbe Flüssigkeit läßt sich auch erzeugen durch Vermischen der trockenen Schwefelsäure mit gemeinem Vitriolöl. — Hellbraun (von etwas organischer Materie), dickflüssig, wie Oel, nach Thomson von 1,896, nach meinem spec. Gewichte von 1,860 spec. Gewicht, nach Bussy von 66 bis 68. Gefriert schon etwas über 0° größtentheils zu wasserhaltigen Krystallen. Raucht an der Luft; kocht bei 40 bis 45° Bussy, und zerfällt dabei in sich entwickelnde trockene Schwefelsäure und in zurückbleibendes gemeines Vitriolöl (mit der Erhöhung der erstern steigt der Siedpunct immer höher); zerfällt auch durch Mischen mit wenig Wasser, was noch mit starker Erhitzung verbunden ist, in letzteres verwandelt. Es ist eine Verbindung von 1 M.G. Wasser mit mehreren Theilen trockener Schwefelsäure, oder von gemeinem Vitriolöl mit trockener Säure zu betrachten, die zufällig mit Asche, Erden, schwelliger Säure, Selen, organischer Materie u. s. w. verunreinigt ist.

γ. *Einfach-gewässerte Schwefelsäure. Gemeines Vitriolöl.* Das Hydrat wird 1. im unreinen Zustande, als *englisches, deutsches Vitriolöl* erhalten durch Verbrennen des mit  $\frac{1}{8}$  Salpeter gemengten Schwefels in geräumigen, meist aus Bleiplattensammengesetzten, Luft und Wasserdampf haltenden Retorten, *Bleihäusern*, deren Boden mit Wasser bedeckt ist. Es wird auch durch Verbrennen des Schwefels für sich, woselbst sich in dem Bleihause Gefäße mit Salpetersäure befinden, oder Dämpfe von salpetriger Säure hineingeleitet werden. — Das sich aus dem Salpeter oder der Salpetersäure ent-

wickelnde Salpetergas nimmt aus der Luft Sauerstoff auf, und trägt diesen zum Theil auf die durch Verbrennen des Schwefels erzeugte schweflige Säure über (vgl. S. 302, und das beim Stickstoff von der schwefelsauren untersalpetrigen Säure Gesagte). — Das mit Schwefelsäure angeschwängerte Wasser, *Sauerwasser*, wird zuerst in Gefäßen von Blei abgedampft, dann in Gefäßen von Glas oder Platin bis zu dem Punct destillirt, da, nachdem das loser gebundene Wasser nebst Salpetersäure und Salzsäure übergegangen ist, das Vitriolöl in weissen Nebel zu verdampfen beginnt. Das englische Vitriolöl kann enthalten: Ueberschüssiges Wasser (wodurch es specifisch leichter und bei mäßiger Kälte krystallisirbar wird); Salzsäure (von unreinem Salpeter); Salpetersäure (diese 3 Stoffe, wenn das Abdampfen nicht weit genug fortgesetzt wurde); Kali (vom Salpeter); Bleioxyd (von den Bleigefäßen herrührend, sich beim Verdünnen mit Wasser als schwefelsaures Bleioxyd, als weisses Pulver, abscheidend) und endlich, von zufälligen Verunreinigungen des Schwefels herrührend: Selen; Kalk; Bittererde; Titan (PFAFF, *Schw.* 18, 20); Arsenik (MARTIUS, *Schw.* 3, 363); Zink- und Zinn-Oxyd (BERZELIUS); Eisenoxyd (im Vitriolöl als schwefelsaures Eisenoxyd ein weissen Bodensatz bildend, der in Wasser löslich ist), Kupferoxyd (BERZELIUS und TROMMSDORF, *N. Tr.* 3, 2, 64 u. 4, 130), und Quecksilber (BERZELIUS, *Schw.* 23, 313). Viele der Materien sind nicht im Vitriolöl gelöst, sondern bilden darin einen Bodensatz. vgl. GIESE (*Scher. Ann.* 6, 1).

2. Ein, ebenfalls unreines gemeines Vitriolöl erhält man durch Erhitzen des rauchenden, bis die trockene Schwefelsäure verflüchtigt ist.

3. Durch Destillation des gemeinen Vitriolöls, oder aus einer gläsernen Retorte erhält man das *gercinigte, destillirte Vitriolöl*. Die Retorte befindet sich entweder im Sandbade oder ist dem freien Feuer ausgesetzt. Wegen der zur Destillation nöthigen hohen Temperatur zerspringen leicht Retortenhals und Vorlage, besonders, wenn die Arbeit nicht langsam vorgenommen wird. Das sich aus dem englischen Vitriolöl abscheidende Pulver veranlaßt ein ungleichförmiges stofsweises Kochen, was nach GAY LUSSAC verhütet wird, wenn man etwas Platindrath in die Retorte bringt. Die Fugen zwischen Retortenhals und Vorlage werden nicht verschlossen. Der erste Theil des Destillates wird besonders aufgefangen, da er bei dem Nordhäuser Vitriolöl wasserfreie Schwefelsäure und Selen, bei dem englischen Wasser, Salzsäure und Salpetersäure enthält.



Eigenschaften. Wasserhelle ölarartige Flüssigkeit, von 1,845 Gewicht. Gelfriert erst bei  $-25^{\circ}$ , nach Thomson in Cometerhügeln erst bei  $-38^{\circ}$ , siedet erst bei  $288^{\circ}$ , bei  $377^{\circ}$  DALTON, und geht unverändert über. Geruch, nicht rauchend, wirkt sehr zerstörend auf organische Substanzen, und wird durch sie gebräunt.

	M.G.		Davy und Dalton		Klaproth	Berthollet
Schwefelsäure	1	40	81,63	81	71,1	72,675
Wasser	1	9	18,37	19	25,6	27,325
Vitriolöl	1	49	100,00	100	100,0	100,000

Zeichnungen. 1. Wird das Vitriolöl in einer Retorte längere Zeit in einer Temperatur erhalten, die nicht ganz bis zum Siedepunct steigt, so geht zu einer gewissen Zeit wasserfreie oder fast wasserfreie Schwefelsäure über. C. G. Gmelin (V. 64, 119). Eine ähnliche Erfahrung machte auch Julius (V. 2, 338). — 2. Seine Dämpfe, durch eine fast weisagläserne Porellanröhre getrieben, zersetzen sich zum Theil in schwelligsaures Gas auf 1 Maass Sauerstoffgas. Berzelius. — 3. Im Kreise der Voltaschen Säule setzt es am negativen Polc einige Schwefelllocken ab. — 4. Vitriolöl, mit Wasserstoffgas durch eine glühende Röhre geleitet, bildet Wasser und entweder schwellige Säure, oder Schwefel, oder bisweilen auch Schwefelwasserstoffgas, je nach dem Verhältnisse des Wasserstoffgases. Folcher. — 5. Kohle zersetzt das Vitriolöl bei 100 bis  $150^{\circ}$  in kohlenstoffschwelligsaures Gas; in der Glühhitze in Kohlenoxyd-, Kohlenwasserstoffgas und in Schwefel. — 6. Phosphor, in einem geräumigen Glaskolben mit Vitriolöl zum Sieden erhitzt, entzündet sich im Vitriololdampf, Schwefel abscheidend. — 7. Beim Destilliren von Schwefel mit Vitriolöl geht schwellige Säure über nebst Schwefelsäure, die durch Schwefel getrübt ist. F. C. Vogel. Kalium und Natrium entwickeln in der Kälte aus ihm Wasserstoffgas; Eisen und Zinn entwickeln bloß an Wasserstoffgas, später, beim Erwärmen, bloß schwef-



ligsaures Gas; Arsenik, Tellur, Antimon, Wismuth, Zinn, Blei, Kupfer, Quecksilber, Silber und mehrere andere Metalle wirken in der Kälte gar nicht ein, und entwickeln bei der Hitze bloß schwefligsaures Gas. In allen diesen Fällen bildet sich ein schwefelsaures Metalloxyd, indem der Theil der Schwefelsäure, der nicht zersetzt wurde, mit der Basis in Verbindung tritt, welche das Metall mit dem Sauerstoff des Wasser's oder des einen Theils der Schwefelsäure erzeugt. Einige Metalle, wie Scheel, Gold, Platin, Rhodium und Iridium wirken gar nicht ein. — 9. Beim Erhitzen von Vitriolöl mit einer feuerbeständigen Salzbasis, z. B. mit Kalium bleibt trocknes schwefelsaures Salz, während das Wasser des Vitriolöls entweicht.

Nach FARADAY verschluckt 1 Maass Vitriolöl in 18 Th. 84,7 Maass ölerzeugendes Gas, ohne daß Kohle, oder schweflige oder Kohlen-Säure gebildet wird; sondern es entsteht eine eigenthümliche, der Weinschwefelsäure ähnliche Säure, welche mit Alkalien ähnliche Salze bildet. Ist hierbei die Schwefelsäure zu tetrachwefelsäure reducirt?

δ. *Doppelt-gewässerte Schwefelsäure.* Zuweilen eben *Eisöl* genannt. — Schwefelsäure, mit 2 M.Gewichten Wasser verbunden, also 31 Wasser auf 69 Säure enthaltend, hat ein spec. Gewicht von 1,780, gefriert schon über dem Gefrierpunct des Wassers, und thaut erst über  $+ 7,5^{\circ}$  auf. Nach CHAPTAL erzeugt ein etwas verdünntes Vitriolöl schon bei  $+ 9^{\circ}$  sechseckige Säulen mit 6flächiger Zuspitzung.

ε. *Dreifach-gewässerte Schwefelsäure.* Nach URQÜE bei der Verbindung von 1 M.G. oder 40 Theilen trockner Schwefelsäure mit 3 M.Gewichten oder 27 Theilen Wasser (wobei also Schwefelsäure und Wasser gleichviel Sauerstoff enthalten) die größte Verdichtung statt; wenn 49 Th. Vitriolöl und 18 Th. Wasser vor dem Mischen den Raum von 100 Maass einnehmen, so betragen sie nach der Mischung noch 92,14 Maasse. Das spec. Gew. dieses Gemisches ist 1,6321.

ζ. *Verdünnte Schwefelsäure; Vitriolspiritus* bei dem Verhältnisse von 1 Vitriolöl auf 3 bis 5 Wasser. — Die Sch

re läßt sich in allen Verhältnissen mit Wasser verdün-  
n ganz feuchter Luft zieht das Vitriolöl nach GAY-LUSSAC  
sein Gewicht Wasser an. Mit der Verdünnung ver-  
lie Säure ihre zerstörende Gewalt auf organische Kör-  
— Die verdünnte Schwefelsäure sowohl, als die dop-  
und dreifach-gewässerte Schwefelsäure verlieren durch  
en soviel Wasser, daß sie zu gemeinem Vitriolöl wer-  
welches aber dann bei weiterem Erhitzen als Ganzes  
mpft.

Gehalt der wässerigen Schwefelsäure

Procente		Procente		Procente		Procente	
Trock. Säure	Sied-	Spec.	Trock. Säure	Vitri-	Spec.	Trock. Säure	Vitri-
ALTON (N. Syst.	punct.	Gew.	Säure	olöl	Gew.	Säure	olöl
1, 210).							
81	326°	1,8185	81,54	100	1,3884	40,77	50
80	318	1,8460	79,90	98	1,3697	39,14	48
79	310	1,8410	78,28	96	1,3530	37,51	46
78	301	1,8336	76,65	94	1,3345	35,88	44
77	293	1,8233	75,02	92	1,3165	34,25	42
76	285	1,8115	73,39	90	1,2999	32,61	40
75	277	1,7962	71,75	88	1,2826	30,98	38
74	268	1,7774	70,12	86	1,2654	29,35	36
73	260	1,7570	68,49	84	1,2490	27,72	34
72	253	1,7360	66,86	82	1,2334	26,09	32
71	245	1,7120	65,23	80	1,2184	24,46	30
70	238	1,6870	63,60	78	1,2032	22,83	28
69	230	1,6636	61,97	76	1,1876	21,20	26
68	224	1,6415	60,34	74	1,1706	19,57	24
67	217	1,6204	58,71	72	1,1549	17,94	22
66	210	1,5975	57,08	70	1,1410	16,31	20
65	205	1,5760	55,45	68	1,1246	14,68	18
64	200	1,5503	53,82	66	1,1090	13,05	16
63	195	1,5280	52,18	64	1,0953	11,41	14
62	190	1,5066	50,55	62	1,0809	9,78	12
61	186	1,4860	48,92	60	1,0682	8,15	10
60	182	1,4660	47,29	58	1,0544	6,52	8
58,6	177	1,4460	45,66	56	1,0405	4,89	6
50	143	1,4265	44,03	54	1,0268	3,26	4
40	127	1,4073	42,40	52	1,0140	1,63	2
30	115						
20	107						
10	103						

**Gehalt der wässrigen Schwefelsäure an Vitriolöl.**Nach VAUQUELIN (*Ann. Chim.* 6, 260; auch *Schw.* 2, 38).

Baume's Aräometer	Spec.Gew.	Vitriolöl- procento
66°	1,843	100
60	1,725	84,22
55	1,618	74,32
50	1,524	66,45
45	1,466	58,02
40	1,375	50,11
35	1,315	43,21
30	1,260	36,52
25	1,210	30,12
20	1,162	24,01
15	1,114	17,39
10	1,076	11,73
5	1,023	6,60

Nach DARCEY (*Ann. Chim.* 198; auch *N. Z.* 1, 2).

Baume's Aräometer	Spec.Gew.	Vitriolöl- procento
66°	1,844	100
60	1,717	84
55	1,618	74
54	1,603	71
53	1,586	68
52	1,566	65
51	1,550	62
50	1,532	60
49	1,515	58
48	1,500	56
47	1,482	54
46	1,466	52
45	1,454	50

b. Mit Wasserstoffhyperoxyd. s. S. 241. — c. Mit Salzsäure? — d. Mit Boraxsäure. — e. Mit untersalp. Säure.

f. Mit den salzfähigen Grundlagen. *Schwefelsäure Vitriole, Sulfates.* Die Schwefelsäure hat gegen die meisten Salzbasen unter allen Säuren die größte Affinität, daher zur Abscheidung sehr vieler anderen Säuren von den Salzbasen angewendet wird. Nur in der Glühhitze wird sie zur Abscheidung von Phosphor- oder Boraxsäure von den salzfähigen Grundlagen abgetrennt. Die Verbindung der Schwefelsäure mit den Salzbasen erfolgt unter bedeutender Wärmeentwicklung, und Theil unter Erglühen, wie bei Baryt und Bittererde. Man giebt einfach- und doppelt-saure (2 Mischungsgewichte Säure enthaltend) und wenige basische schwefelsaure Salze. Die einfach-schwefelsauren Salze werden in der Glühhitze in flüchtiger Basis (Ammoniak) zersetzt, bei fixer Basis und starker Affinität sind sie feuerbeständig (Kali), bei geringer Affinität entwickelt sich entweder aus ihnen, nachdem Wasser verjagt ist, ein Theil der trockenen Schwefelsäure in unzersetzter Gestalt, der andere als schwefligsaure Sauerstoffgas (Kupferoxyd, Eisenoxyd), oder wässrige Schwefelsäure (Goldoxyd), je nach der Grösse der Affinität zwischen Säure und Basis; denn je größer die Affini-

to höherer Temperatur wird erst die Säure ausgetrieben, um desto vollständiger wird die Schwefelsäure zersetzt. die Salzbasis geneigt, mehr Sauerstoff aufzunehmen (Ei-oxydul), so entzieht sie diesen der Schwefelsäure und ver-ast dadurch die Entwicklung von schweiliger Säure. — nach Glühen mit Kohle verliert die Schwefelsäure ihren Sauerstoff; bald unter Entwicklung von kohlensaurem, bald, in größerer Kohlenmenge oder größerer Affinität der Salz-basis zur Säure, von Kohlenoxydgase. CLEMENT u. DESORMES (*Ann. Chim. Phys.* 4, 422), BERTHIER (*Ann. Chim. Phys.* 22, 226). Der Schwefel entweicht entweder größtentheils oder ganz, wie bei den Erden, oder er bleibt mit dem durch die Kohle re-actirten Metalle zu Schwefelmetall verbunden, wie bei den Alkalien und vielen schweren Metallen. Leitet man Wasserstoffgas durch eine glühende Röhre, worin sich ein schwefelsaures Metalloxyd befindet, so erzeugt sich Wasser, daneben entweder Schwefelmetall (Kali), oder eine Ver-bindung von Schwefelmetall mit Metalloxyd (Manganoxydul), oder bloßes Metalloxyd (Bittererde); bei dem vorletzten Ex-perimente entwickelt sich ein Theil des Schwefels der Schwefel-säure, bei dem letzten aller. Auf ähnliche Weise, wie Kohle und Wasserstoff, wirken das Boron und der Phosphor, zum Theil unter Bildung eines borax- und phosphorsauren Salzes; ferner das Kalium, Natrium, Mangan, Antimon, Zink, Zinn und Eisen. Verdünnte wässrige Lösungen schwefelsaurer Salzen scheinen durch darin gelöste oder vertheilte organi-sche Stoffe in hydrothionsaure Alkalien verwandelt zu wer-den, wahrscheinlich, indem der Kohlenstoff der organischen Sub-stantie den Sauerstoff der Schwefelsäure aufnimmt, und der Sauerstoff der organischen Substanz an den Schwefel tritt. HASTNER (*Kastn. Arch.* 1, 360). Hieraus erklärt sich die Bildung von Hydrothionsäure in aufbewahrten Mineralwässern; so-wohl die Veränderung der Gyps und organische Materien haltenden Porcellanmasse bei längerem Aufbewahren. — Die doppelt-schwefelsauren Salze sind alle in Wasser auflöslich, oder wer-den durch dasselbe in wässrige Schwefelsäure und ein-

fach-saures Salz zersetzt; die basischen sind unauflöslich. Von den einfach-sauren löst sich nur ungefähr die Hälfte leicht in Wasser auf. Die nicht in Wasser lösliche derselben wird durch überschüssige Schwefelsäure oder Salpetersäure darin nicht viel löslicher. Alle auflöslichen schwefelsauren Salze geben mit allen auflöslichen Barytsalzen weißliche Trüben, in Salpetersäure unauflöslichen Niederschlag.

g. Mit mehreren organischen Stoffen, wie Alkohol, Harz, Indigo u. s. w.

### Schwefel und Wasserstoff.

#### A. Hydrothionige Säure.

*Wasserstoffschwefel, Hydrure de soufre, Soufre hydrogène.* Findet sich in Verbindung mit Natron oder Ammoniak in Mineralquellen und Kloaken.

**Bildung.** 1. Beim Kochen des Schwefels mit einem wässrigen Alkali, wo der Schwefel, durch die prädisponirte Affinität des Alkali's zu den Säuren, die der Schwefel zu bilden vermag, unterstützt, das Wasser zersetzt, so daß 1 M.G. Schwefel mit 1 M.G. Sauerstoff des Wassers in tetrathionige Säure, und 5 M.Gewichte Schwefel mit 1 M.G. Wasserstoff des Wassers in hydrothionige Säure verwandelt werden, welche 2 Säuren mit angemessenen Mengen des Alkali's zur Auflösung in Verbindung treten. — 2. Beim Auflösen eines Alkalimetalls, welches mit 5 M.Gewichten Schwefel verbunden ist, in Wasser erzeugt sich ein hydrothionigsaures Alkali, indem sich 1 M.G. Sauerstoff des Wassers mit dem Alkalimetall, und 1 M.G. Wasserstoff mit dem Schwefel vereinigt. — 3. Auch beim Kochen von Schwefel, von welchem noch 4 M.Gewichte lösen, mit einem hydrothionsauren Alkali, oder beim Aussetzen desselben an die Luft, deren Sauerstoff allmählig einen Theil des Wasserstoffs der Hydrothionigsäure entzieht, bildet sich hydrothionigsaures Alkali. — 4. 1 M.G. Verwesungsschmelze organischer Substanzen schmelzen sich bisweilen hydrothionigsaures Ammoniak zu erzeugen.

**Darstellung.** 1. Man kocht Kalk mit gleichviel Schwefelmen und 12 Wasser 1 Stunde lang, und gießt die erkaltete, filtrirte Flüssigkeit in überschüssige verdünnte Salzsäure, wo sich die hydrothionige Säure langsam niedersetzt.

2. Man löst Fünffach-Schwefel-Kalium in Wasser, und löst diese Auflösung in sehr kleinen Antheilen in ein laues Gemisch von Salzsäure und Wasser. BERZELIUS. — Immer die Salzsäure bedeutend vorwalten; aber auch in diesem Falle entwickelt sich etwas Hydrothionsäure, und der gefällten hydrothionigen mengt sich Schwefel bei.

**Eigenschaften.** Gelbe, durchsichtige, ölige, halbflüssige, klebende Masse. — Schmeckt heiß und bitter, und tötet den Speichel weiß; riecht schwefelartig.

M.G.				oder:	M.G.			
Schwefel	5	80	98,76	Schwefel	4	64	79,01	
Wasserstoff	1	1	1,24	Hydrothionsäure	1	17	20,99	
Hydrothionige Säure	1	81	100,00	Hydrothionige Säure	1	81	100,00	

**Zersetzungen.** 1. Die Säure, sich selbst überlassen, zerfällt sich von freien Stücken in sich entwickelndes hydrothionsaures Gas und in zurückbleibenden Schwefel, wobei sie immer steifer und zuletzt fest wird. Am besten hält sie sich unter einer wässerigen stärkeren Säure, wie Salzsäure, namentlich bei stärkerem äußern Drucke. Die Zersetzung ist im Wasser oder in freier Luft in einigen Tagen beendigt; im Kochen mit Wasser schneller, indem mit den Wasserdämpfen das hydrothionsaure Gas reichlicher entweicht. — Beim Zusammenbringen mit wässerigem Kali gesteht die Säure fast augenblicklich zu Schwefel, während das Kali Hydrothionsäure daraus aufnimmt. BERZELIUS. — 3. Sie verbrennt, entzündet, an der Luft mit blauer Flamme.

**Verbindungen.** a. Sie ist in Wasser gar nicht, oder sehr wenig löslich.

b. Mit mehreren Salzbasen, wie mit den Alkalien, der Magnesia, dem Mangan-, Zinn- und Eisenoxydul und Zinkoxyd ist sie zu hydrothionigsauren Salzen, Wasserstoffschwefelverbindungen, *Sulfures hydrogènes*, *Hydrosulfures*



*sulfurés, Hydrosulfates sulfurés*, vereinbar. Diese Salze bilden sich theils unter den bei der Bildung der hydrothionigen Säure angeführten Umständen, theils durch doppelte Affinität, indem man ein in Wasser gelöstes hydrothionigsaures Alkali mit einem andern Salze zusammenbringt. — Die hydrothionigsauren Alkalien sind pomeranzengelb, riechen schwach nach Hydrothionsäure, schmecken scharf, alkalisch und wirken noch sehr ätzend; die Verbindungen der schweren Metalloxyde mit hydrothioniger Säure sind verschieden, jedoch auch meistens gelb gefärbt, und geruchlos; nur wenige hydrothionigsaure Salze sind krystallisirbar.

Die aufgelösten hydrothionigsauren Alkalien und Erden werden durch Quecksilber, Silber und andere Metalle, welche ihnen  $\frac{4}{5}$  des Schwefels entziehen, in hydrothionige Salze verwandelt. Der Luft in feuchtem Zustande ausgesetzt verwandeln sie sich unter Entfärbung und Absatz eines Theils des Schwefels in unterschwefligsaure Salze, indem sich der Sauerstoff der Luft theils mit dem Wasserstoff der hydrothionigen Säure zu Wasser, theils mit einem Theil des Schwefels zu unterschwefliger Säure vereinigt; daher trüben sich beim Vermischen mit lufthaltigem Wasser. Aehnliche Veränderungen, wie durch die Luft, werden durch schweflige Säure und ihre Salze, und durch mehrere Metalloxyde, wie Braunstein, bewirkt. Der Sauerstoff der schwefligen Säure tritt an den Wasserstoff der hydrothionigen, und schlägt allen Schwefel derselben nieder; bei Ueberschuß von schwefliger Säure verliert sie nur einen Theil des Sauerstoffs, und bildet unterschwefligsaures Alkali. Salpetersäure oxydirt den Wasserstoff der hydrothionigen Säure und schlägt ihren Schwefel nieder. Andere Säuren, welche keinen Sauerstoff abtreiben, wie Salzsäure, Schwefelsäure, scheiden aus diesen Salzen bald die hydrothionige Säure als solche ab, besonders, wenn sie in großem Ueberschuß vorhanden sind, bald, wenn hydrothionigsaure Alkali vorwaltet, dieselbe in Schwefel in sich entwickelnde Hydrothionsäure zersetzt. Auch beim Hindurchleiten von Hydrothionsäure durch ihre wässrigen

ng bildet sich unter Absatz von Schwefel doppelt-hydro-saures Alkali. — Die hydrothionigsauren Alkalien und n sind in Wasser mit pomeranzengelber Farbe löslich; : Lösungen nehmen viele Metalle, an welche sie Schwe- abtreten, in Gestalt hydrothionsaurer Metalloxyde in sich. wfeleisen bewirkt die grünliche Färbung mancher hydrothionig- ren Alkalien ).

Die Verbindungen der hydrothionigen Säure mit schwe- Metalloxyden werden nicht durch den Sauerstoff der Luft p nur schwierig durch stärkere Säuren zersetzt, sofern die Verbindung weit inniger ist. Sie sind sämtlich in Wasser nicht löslich.

### B. H y d r o t h i o n s ä u r e.

Schwefelwasserstoff, geschwefelter Wasserstoff, Hydrogene sul- . Acide hydrosulfurique, Hydrogenium sulphuratum; — und in : hydrothionsaures Gas, Schwefelwasserstoffgas, Schwefel- ft, hepatische Luft; Gas hydrogene sulfure, Gas hydrogenium rum. — Findet sich in Schwefelwässern, faulen Eiern und

Blung. 1. Wenn man Schwefel in Wasserstoffgas län- Zeit bis zum Verdampfen erhitzt, oder Wasserstoffgas geschmolzenen Schwefel leitet. Die Verbindung erfolgt langsam und unvollkommen, so daß auch nach längerer dlung viel reines Wasserstoffgas übrig bleibt. Der Um- des Gases wird hierbei nicht geändert. SCHEELE, DAVY. 2. Wenn Wasserstoff im Moment, wo er aus einer an- Verbindung in Freiheit gesetzt wird, Schwefel vorfin- a. Beim Zusammenbringen eines mit 1 M.G. Schwefel bindenen Alkalimetalls mit Wasser, oder beim Mengen Eisenfeile mit Schwefel und Wasser, wo sich durch etzung des Wassers immer Hydrothionsäure und Metall- erzeugt. b. Beim Zusammenbringen verschiedener efelmetalle mit vielen verdünnten Säuren, wo sich die lle mit dem Sauerstoff des Wassers zu Metalloxyden ver- n. und so in der Säure lösen, während der Wasser- des Wassers an den Schwefel tritt. c. Beim Faulen

oder Erhitzen schwefelhaltiger organischer Verbindungen sich, oder beim Erhitzen anderer mit Schwefel.

**Darstellung.** 1. In tropfbarer Gestalt: Man bringt in verschlossenen Schenkel der Glasröhre (vgl. S. 144) concentrirte Salzsäure, darüber Platinfolie und darauf Schwefeleisen neigt die Röhre, daß die Säure zum Schwefeleisen fließt, läßt diese 1 bis 2 Tage einwirken, erwärmt jetzt den Schenkel, der die Ingredienzien enthält, und erkaltet den Schenkel, in welchem sich die tropfbare Säure sammelt. FARADAY.

2. In Gasgestalt: Man behandelt a. Schwefeleisen in *minimum*, — oder b. hydrothionsaures Eisenoxydul (durch Erwärmen eines Brei's von 1 Schwefelblumen mit 2 Eisen und wenig Wasser erzeugt); TOURTE (*Berl. Jahrb.* 1817), — oder c. Schwefelmangan, — oder d. Schwefelkalium, — oder e. Schwefelcalcium (am wohlfeilsten durch Glühen von Gyps mit Eisen bereitet), BERTHIER, — oder f. Schwefel-Eisen-Natrium mit verdünnter Schwefelsäure, oder auch g. Schwefeleisen mit erhitzter concentrirter Salzsäure. — Das Gas wird in warmen Wasser, oder über Salzwasser, oder über Quecksilber aufgefangen. — Bei a entwickelt sich das hydrothionische Gas langsam und gleichförmig, bei b bis f sehr rasch, bei g unvollkommen. Bei a und b kann ihm Wasserstoffgas beigemengt seyn.

**Eigenschaften.** 1. In tropfbarer Gestalt: Farblose Flüssigkeit, noch viel dünnflüssiger und minder adhäsiv, als Aether; spec. Gewicht ungefähr 0,9; lichtbrechende Kraft stärker, als die des Wassers. Gefriert nicht bei — 60°. FARADAY.

2. In Gasgestalt: Spannung, spec. Gewicht und lichtbrechende Kraft des Gases S. 124, 136 u. 139. Farblos. Riecht nach faulen Eiern, bringt, schon in geringerer Menge in die Luft beigemengt, Ohnmachten und Asphyxie hervor. Unterhält nicht das Verbrennen; brennbar. Röthet Lackmus.

	M.G.			Berzelius		Thén. u.	Thén.
				früher	später	Gay-Luss.	früher
Schwefel	1	16	94,1	93,8	94,176	93,855	90,857
Wasserstoff	1	1	5,9	6,2	5,824	6,145	29,143
Hydrothions.	1	17	100,0	100,0	100,000	100,000	100,000
				Maafs		sp. Gew.	
Schwefeldampf				1		1,1093	
Wasserstoffgas				1		0,0693	
Hydrothions. Gas				1		1,1786	

**Leitungen.** 1. Hydrothionsaures Gas, durch eine glühende Porcellanröhre geleitet, wird unter Absatz von Schwefel reinem Wasserstoffgas. CLUZEL (*Ann. Chim.* 84, 166). 2. Zwei Platindräthe, als Pole einer starken Voltaschen Batterie in diesem Gase glühend erhalten, bringen dieselbe Wirkung hervor; desgleichen, doch viel langsamer, der elektrische Funken. Der Umfang des Gases bleibt dabei unverändert. DAVY.

3. Das Schwefelwasserstoffgas verbrennt in Berührung mit Luft oder Sauerstoffgas unter ähnlichen Bedingungen, als Wasserstoffgas. Es ist schon durch Kohle oder Eisen, nach rothglühenden Zustände entzündlich, DAVY; schwammförmig veranlaßt nicht die Entzündung des mit Sauerstoffgas gemischten hydrothionsauren Gases, ausser bei Gegenwart von Wasserstoffgas, DÖBEREINER. An der Luft brennt es mit blauer Flamme, unter Bildung von Wasser und schwefliger Säure unter Absatz von Schwefel; mit Sauerstoffgas gemengt, mit Explosion. 100 Maasse hydrothionsaures Gas werden mit 100 M. Sauerstoffgas gänzlich zu Wasser und Schwefel, weil 100 M. Sauerstoffgas gerade blofs hinreichen, um die 100 M. Wasserstoffgas in den 100 M. hydrothionsaurem Gas in Wasser zu verwandeln; mit 150 M. Sauerstoffgas gänzlich zu Wasser und 87 (eigentlich 100) M. schwefligsaurem Gas. 4. Hier verbinden sich 100 M. Sauerstoffgas mit 100 M. Schwefeldampf zu 100 M. schwefligsaurem Gas; von diesem wird aber ein Theil durch das gebildete Wasser verdrängt.

Sauerstoffhaltige Körper zersetzen die Hydrothionsäure vorzüglich durch Oxydation ihres Wasserstoffs. a. 1

abgehaltener Luft erhitzt, entwickeln Wasser und lassen eine Verbindung von Schwefel mit dem Metall des Alkali's; erhalten sie 2 M.G. Hydrothionsäure, so bleibt, wenigstens beim Kali, eine Verbindung von Hydrothionsäure mit Schwefelmetall. Durch Kochen ihrer Auflösung mit Schwefel werden sie zu hydrothionigsauren Salzen; hierbei entwickelt sich, wenn es doppelt-hydrothionsaure Alkalien sind, die Hälfte der Hydrothionsäure. Beim Aussetzen an die Luft entzieht der Sauerstoff derselben der Hydrothionsäure anfangs einen Theil des Wasserstoffes und es entstehen hydrothionigsaure Salze mit Ueberschufs der Basis, womit gelbe Färbung gegeben ist; bei noch längerer Einwirkung wird unter Entziehung durch den Sauerstoff der Luft aller Wasserstoff aus dem Wasser und der Schwefel zu unterschwefliger Säure oxydirt; das gebildete unterschwefligsaure Alkali oxydirt sich in dem Falle noch weiter, bis es zu schwefelsaurem wird, wenn das Alkali beträchtlich vorwaltet. Lufthaltiges Wasser tritt ebenfalls seinen Sauerstoff an den Wasserstoff der Hydrothionsäure dieser Salze ab, jedoch in der Kälte nur langsam. ANGLADA (*Ann. Chim. Phys.* 20, 260). Schwellige Salze tritt ihr zweites M.G. Sauerstoff ebenfalls an den Wasserstoff der Hydrothionsäure ab, und erzeugt, unter Entziehung eines Theils des Schwefels, ein Gemisch von unterschwefligsaurem und hydrothionigsaurem Alkali, oder, wenn sie reinerlicher vorhanden ist, blofs ersteres. Braunstein hat vermöge des in ihm enthaltenen Sauerstoffs eine ähnliche Wirkung. Je nach dem Verhältnisse, in welchem Chlor zu hydrothionigsauren Alkalien gefügt wird, entzieht es entweder blofs einen Theil des Wasserstoffes und erzeugt hydrothionigsaure Salze, oder sämmtlichen, und schlägt Schwefel nieder, und es wirkt in noch gröfserer Menge ein, nimmt Wasser aus dem Wassers auf, und trägt den Sauerstoff desselben auf Schwefel über, wodurch die Bildung eines schwefelsauren Alkali's bewirkt wird. Auch concentrirte Salpetersäure schlägt Schwefel nieder durch Oxydation des Wasserstoffes der Hydrothionsäure.

Sehr schwache Säuren zersetzen die hydrothionsauren Alkalien unter Entwicklung des hydrothionsauren Gases. Dafs kohlensaurer Kalk nicht umgekehrt durch überschüssige Hydrothionsäure zersetzt wird, hat VAUQUELIN gezeigt (*J. Pharm.* 1791, 124).

Die Verbindungen der Hydrothionsäure mit den wenigen schweren Metalloxyden, mit welchen sie sich nicht schon bei gewöhnlicher Temperatur in Wasser und Schwefelmetall zersetzt, namentlich mit Mangan-, Zink- und Zinn-Oxyd, sind geschmack- und geruchlos, nur durch die stärksten Säuren zersetzbar, und an der Luft unveränderlich. Bei abgehaltener Luft erhitzt, verwandeln sie sich in Wasser und Schwefelmetalle. Sie lösen sich nicht in Wasser auf, hingegen oft in wässrigen hydrothionsauren Alkalien zu Doppelsalzen.

Nach der S. 243 dargelegten Ansicht sind alle hydrothionsauren Salze (mit Ausnahme des Ammoniaks) als Einfach-Schwefel-Metalle zu betrachten, die mit Wasser verbunden sind, und alle hydrothionsauren Salze als mit Wasser vereinigte Fünffach Schwefel-Metalle. Wenn man zu diesen gewässerten Schwefelmetallen eine Sauerstoffsäure, z. B. Schwefelsäure, so wird erst in diesem Augenblick das Salz zersetzt, so dafs sich 1 M.G. Metall mit 1 M.G. Sauerstoff aus dem Wasser zu Metalloxyd vereinigt, und so mit der Schwefelsäure in Verbindung tritt, während 1 M.G. Wasserstoff des Wassers an das 1 M.G. oder an die 5 M.Gewichte Schwefel tritt, und so im erstern Falle Hydrothionsäure, im letzteren hydrothionige Säure, welche in Freiheit gesetzt werden. Bei der Zersetzung durch eine Wasserstoffsäure, z. B. durch Salzsäure, hat man dagegen anzunehmen, dafs die Salzsäure ihr eines M.G. Wasserstoff an das 1 M.G. oder an die 5 M.Gewichte Schwefel abtritt, so dafs sich einerseits Hydrothion- oder hydrothionige Säure, andererseits Chlorwasserstoff erzeugt.

c. Mit Schwefelkohlenstoff. — d. Mit Cyan. — e. Mit Schwefelblausäure. — f. Mit Schwefelkalium und Schwefelammonium. — g. Mit Weingeist, flüchtigen und fetten Oelen.

Vielleicht giebt es eine zwischen der Hydrothion- und hydrothionigen Säure liegende Säure, 2 M.Gewichte Schwefel auf 1 Wasserstoff haltend; wenigstens giebt es Verbindungen des Kalkes und anderer andern Salzbasen, in welchen diese Säure enthalten zu seyn scheint.



## Schwefel und Kohlenstoff.

## A. S c h w e f e l k o h l e n s t o f f.

Schwefelalkohol, *Carbure de soufre*, *Porcarbure de Soufre* *carbure liquide*, fälschlich: *flüssiger Wasserstoff*, *Soufre hydrogene liquide*.

Bildung. Beim Zusammentreffen des Schwefels mit Kohlenstoff in der Rothglühhitze und bei der Destillation von Wachs, Zucker, Harz und andern organischen Stoffen. Schwefel.

Darstellung. 1. Man füllt eine beschlagene Glas- oder Porcellanröhre, oder eine Röhre von Guss Eisen (ca. 5 Fufs langen,  $1\frac{1}{2}$  Zoll weiten gusseisernen Teufel, welcher eine sehr reichliche Ausbeute) mit grob zerstoßener ausgeglühter Holzkohle, bringt den mittleren Theil der Röhre zum Rothglühen, leitet in das eine Ende ununterbrochen Schwefel, entweder indem man ein Stück nach dem andern einschiebt und wieder verschließt, oder indem man das andere Ende mit einer mit Schwefel gefüllten, bis zum Halse desselben erhitzten, Retorte verbindet. Das andere Ende der Röhre ist mit einem Vorstoß, dann einer tubulirten Vorlage, dann einigen, halb mit Wasser gefüllten, Woulff'schen Flaschen, die alle wohl abgekühlt sind, in Verbindung. Man destillirt ein Gemeng aus 4 Schwefelkies oder Schwefelkupfer oder Schwefelantimon (was jedoch wenig liefert) mit 1 gut ausgeglühter Holzkohle in einer irdenen oder Porcellanretorte, die ebenfalls in Vorlage und Flaschen in Verbindung steht. — Das in der Vorlage erhaltene Product wird über Chlorcalcium abgezogen, es vom Wasser und vom überschüssigen Schwefel zu be-

Eigenschaften. Wasserhell, sehr flüssig, zeigt ein spec. Gewicht von 1,300 LAMPADUS, von 1,272 BERZELIUS u. GAY, von 1,263 CLUZEL. — Von starker, lichtbrechender Kraft. — Gefriert noch nicht bei  $-52^{\circ}$ . Siedet bei  $45,5^{\circ}$  BERZELIUS u. MARCET, bei  $46,6^{\circ}$  GAY-LUSSAC. — Brechungsindex, spec. Gewicht, lichtbrechende Kraft und Wärmehalt des Dampfes: S. 121, 136, 139 u. 141. Bei dem Ver-

er findet schnelle Wärmeabsorption statt: auf Wasser schwimmende Tropfen bringen das umgebende Wasser zum Erfrieren; noch heftigere Kälte erzeugt sein Verdampfen im kleineren Raume. s. S. 132. — Der Schwefelalkohol riecht selbst stinkend, der Hydrothionsäure etwas ähnlich: sein Geschmack ist scharf, stechend, wenig gewürzhaft. — Er ist sehr brennbar, in Wasser nicht auflöslich.

	M.G.		Bertholl., Thénard Berzel. u. Vauq. u. Marc.		Maass sp. G.	
Kohlenstoff	1	6	15.79	14	15.17	Kohlenstoffdampf 1 0.4160
Schwefel	2	32	81.21	86	81.83	Schwefeldampf 2 1.1185
Schwefelkohlenst.	1	38	100.00	100	100.00	Schwefelkohlenst.d. 1 2.6345

CLUZEL glaubte in 100 Schwefelkohlenstoff zu finden: 28.49 Kohlenstoff, 58.67 Schwefel, 6.98 Stickstoff und 5.86 Wasserstoff.

**Zersetzungen.** 1. Er entzündet sich schon bei 360° an der Luft, und verbrennt mit blauer, nach Vauquelin u. Rouquet mit weißer und purpurrother Flamme. In Sauerstoffgas verbrennt er mit einer Feuerentwicklung, die Platindrath zum Schmelzen bringt. Berzelius u. Marcet. Sein Dampf, mit Sauerstoffgas gemengt, im Voltaschen Eudiometer entzündet, verpufft äußerst heftig. Die Producte sind immer kohlensaures und schwefligsaures Gas, auch, bei zu reinem Sauerstoffgas, Kohlenoxydgas, Berzelius u. Marcet (noch Cluzel zugleich Wasser und Stickgas). — 2. Leitet man seine Dämpfe über, in einer Glasröhre glühendes, Eisen-, Mangan- oder Zinn-Oxyd, so erhält man Schwefelmetall und kohlensaures und schwefligsaures Gas, ohne Spur von Wasser. Berzelius u. Marcet. Leitet man die Dämpfe des Schwefelkohlenstoffs durch glühenden Baryt, Strontian oder Kalk, so bildet sich, beim Kalk unter Erglügen, ein Gemenge aus 2 M.Gewichten Einfach-Schwefel-Metall und von 1 M.G. kohlensaurem Metalloxyd. Berzelius. 4 M.G. Kohlenstoff des Schwefelkohlenstoffs nimmt hierbei von 2 M.Gewichten Metalloxyd den Sauerstoff auf, und die so gebildete Kohlensäure verbindet sich mit dem dritten M.G. Metalloxyd; die 2 M.Gewichte reducirtes Metall nehmen die 2 M.Gewichte Schwefel auf. Beim gelinden Glühen des Schwefelkohlenstoffs mit kohlensaurem

Kali dagegen bildet sich, unter Entwicklung von Kohlen- ein braunschwarzes geschmolzenes Gemenge von 1 Dreifach-Schwefelkalium und 1 M.G. Kohle. BENZELIUS. wirken auf 1 M.G. kohlensaures Kali 1  $\frac{1}{2}$  M.G. Schwefelstoff;  $\frac{1}{2}$  M.G. Kohlenstoff nimmt 1 M.G. Sauerstoff des Kali und entweicht als Kohlensäure; es bleiben dann 3 M.G. Schwefel und 1 M.G. Kohle übrig, von denen sich der 1 mit dem Kalium vereinigt, vielleicht auch die Kohle, die sich beim Auflösen in Wasser ausscheidet.

3. Erhitztes Kalium entzündet sich im Schwefelkohlerdampf mit röthlicher Flamme, und überdeckt sich mit schwärzlichen Cruste. Die Substanz löst sich in Wasser, Abscheidung von Kohlenpulver, zu einer grünlichen kohlerhaltigen Flüssigkeit auf. -- 4. Ueber eine nicht hinreichende Menge rothglühenden Eisens oder Kupfers in Dampf geleitet, verwandelt sich der Schwefelkohlenstoff in eisensfarbige, scharf schmeckende, sehr flüchtige Flüssigkeit. Dieselbe enthält vielleicht, neben unzersetztem Schwefelkohlenstoff eine Verbindung von gleichen M.Gewichten Kohlenstoff und Schwefel. Das Kupfer ist in Schwefelkupfer verwandelt, und CLUZEL, nicht nach BERZELIUS, THIÉBAUD u. VAUCUPEL mit einer kohligen Materie überzogen.

5. Längere Zeit unter Wasser in lufthaltigen Gefäßen aufbewahrt, färbt er sich gelb, und oxydirt sich zum Theil zu Kohlensäure und zu Schwefelsäure. BENZELIUS. Diese Zersetzung scheint bei starkem Erhitzen mit Wasser in zugeschmolzenen Glasröhren schneller zu erfolgen. vgl. CAGNIARD DE LA TOULE (Ann. Chim. Phys. 23, 267). -- 6. In den wässerigen Alkalien löst sich der Schwefelkohlenstoff allmählig auf, bildet durch Zersetzung des Wassers (wobei 2 M.Gew. Wasserstoff desselben an 2 M.Gewichte Schwefel und 2 M.Gew. Kohlenstoff treiben) eine braune Auflösung kohlensauren und hydrothionsauren Salz, welches letztere durch Aufnahme von unzersetztem Schwefelkohlenstoff in hydrothio-carbonsaures Salz verwandelt wird. BENZELIUS. 7. Mit wässrigem Ammoniak längere Zeit hingestellt, färbt er sich eine dunkelbraunrothe Flüssigkeit, welche hydrothi-

saures und schwefelblausaures, aber kein kohlensaures Ammoniak enthält. ZEISE (*Schw.* 41, 171). Wahrscheinlich setzt sich hierbei 1 M.G. Ammoniak mit 2 M.Gewichten Schwefelkohlenstoff, so, daß 1 M.G. Stickstoff mit 2 Kohlenstoff, 2 Schwefel und 1 Wasserstoff zu Schwefelblausäure, und 2 Wasserstoff 2 Schwefel zu Hydrothionsäure zusammentreten, welche letztere b weiteren Schwefelkohlenstoff aufnimmt, und so als Hydrothionsäure mit einem Theil des unzersetzten Ammoniaks in Verbindung tritt.

8. Der Schwefelkohlenstoff löst sich sehr reichlich in, t Ammoniakgas gesättigtem, Weingeist. Die Auflösung bleibt ch bei großem Ueberschuß des Schwefelkohlenstoffs alkalisch; sie wird, auch vor Luft geschützt, schnell gelb, dann braun l riecht dann nach Hydrothionsäure. Nach 10 bis 30 Minuten setzt sie gelbe federförmige Krystalle von hydrothionsaurem Ammoniak ab; hierauf setzen sich glänzendere stalle von hydrothion-schwefelblausaurem Ammoniak ab, wrend sich die des hydrothiocarbonsauren Ammoniaks verändern. Die übrige weingeistige Flüssigkeit hält ebenfalls ch sehr viel hydrothion-schwefelblausaures Ammoniak und trothionsaures Ammoniak gelöst, welches bei der Destillation und beim Aussetzen an die Luft in verdampfendes hydrothionsaures Ammoniak, in herauskrystallisirenden Schwefel in eine zurückbleibende Auflösung von schwefelblausaurem Ammoniak zerfällt. ZEISE. — Wahrscheinlich zersetzt sich st 1 M.G. Ammoniak mit 3 M.Gewichten Schwefelkohlenstoff. bildet sich aus 1 M.G. Wasserstoff, 3 Schwefel und 1 Kohlen-Hydrothio-Carbonsäure, und aus 1 M.G. Stickstoff, 2 Wasserstoff, hwefel und 2 Kohlenstoff Hydrothion-Schwefelblausäure; welche beide Säuren mit dem unzersetzten Theil des Ammoniaks in indung treten. Die spätere Abnahme des hydrothiocarbonsauren und Zunahme des hydrothion-schwefelblausauren Ammoniaks Bildung von hydrothionsaurem Ammoniak ist vielleicht aus ei-Zersetzung von 2 M.Gewichten Hydrothiocarbonsäure und 1 Ammoniak zu erklären; aus ihren Bestandtheilen (5 M.Gewichten Wasserstoff, 6 Schwefel, 2 Kohlenstoff und 1 Stickstoff) en sich bilden 3 M.Gewichte Hydrothionsäure (3 M.Gewichte Wasserstoff und 3 Schwefel) und 1 M.G. Hydrothion-Schwefeläure (2 M.Gewichte Wasserstoff, 3 Schwefel, 2 Kohlenstoff, ckstoff). ZEISE. — 9. löst man Schwefelkohlenstoff

in der Auflösung des Kali's in fast absolutem Weingeist, wird die Flüssigkeit neutral, und enthält xanthonsaures K ZEISE. Die Theorie der Bildung der Xanthonsäure ist noch nicht hinreichend ausgemittelt.

Verbindungen. a. Mit Phosphor. — b. Mit Schwefel. — c. Mit Hydrothionsäure. — d. Mit Chlorschwefel. — e. Mit Chlorstickstoff. — f. Mit Ammoniak. — g. Mit einigen Metallen, über die man seine Dämpfe in der Glühhitze streichen läßt, zu *Schwefelkohlenstoffmetallen*. Kupfer. — h. Mit Schwefelmetallen. Diese *Schwefelkohlenstoff-Schwefelmetalle* bilden sich beim Zusammentreffen der Hydrothiocarbonsäure mit einigen Metalloxyden. Sie haben große Neigung, in Schwefelmetall und in verdampfenden Schwefelkohlenstoff zu zerfallen. — i. Mit Weingeist, Aether, flüchtigem und fettem Oel und Campher.

B. *Schwefelhaltiger Schwefelkohlenstoff*. — Der Schwefelalkohol läßt sich mit mehr Schwefel durch Auflösen vereinigen, wodurch er eine gelbliche Farbe erhält; bei der Destillation, bei seinem Verdunsten oder Verbrennen an der Luft bleibt dieser Ueberschuß des Schwefels zurück; auskrystallisirt er sehr schön aus einer bei höherer Temperatur bewirkten Auflösung. Beim Vermischen mit Aether, Weingeist oder heißem wässrigen Kali fällt der Ueberschuß des Schwefels ebenfalls nieder; Blei- oder Silberamalgam, geschüttelt, nimmt diesen Ueberschuß unter Bildung von Schwefel-Blei oder -Silber auf. BERZELIUS.

C. *Schwefelhaltige Kohle*. — Die Kohle, welche zur Darstellung des Schwefelkohlenstoffs gedient hat, hält etwas Schwefel so innig gebunden, daß er sich nicht durch Glühentwicklung läßt, während man beim Verpuffen mit Salpeterschwefelsaures Kali erhält. CLEMENT u. DESORMES, BERZELIUS. Man erhält dieselbe Substanz, wenn man Schießpulver mit Wasser auszieht, dann durch Hitze den Schwefel zu entfernen sucht. PROUST. Nach BERZELIUS als ein *Supercarbon des Schwefels* zu betrachten.

## D. H y d r o t h i o - C a r b o n s ä u r e.

*Kohlenschwefelwasserstoffsäure, Rothsäure, Säure des rothwerthen Salzes.*

**Bildung.** S. 324. — Auch bilden sich nach BÉRZELIUS Hydrothiocarbonsäure Alkalien, wenn man wässrige hydrothionische Alkalien mit Schwefelkohlenstoff zusammenbringt, welcher sich schnell, mit brauner Färbung darin löst.

**Darstellung.** Man bringt hydrothiocarbonsaures Ammoniak in getrockneten und zusammengepressten Zustande zu, nur wenig verdünnter, Salzsäure, verdünnt diese dann schnell mit sehr Wasser, und gießt die über der sich niedersetzenden Säure stehende wässrige Flüssigkeit ab. Bei zu viel Salzsäure löst sich die ölige Materie wieder auf. Bei zu concentrirter Salzsäure entwickelt sich Hydrothionsäure. ZEISE.

**Eigenschaften.** Rothbraune, durchsichtige ölarartige Flüssigkeit; schwerer als Wasser; riecht nach Hydrothionsäure und gleich eigenthümlich. Giebt mit Bleisalzen rothe, mit Queck-  
peroxydsalzen gelbliche Niederschläge, welche sich in einigen Stunden schwärzen. ZEISE.

### Nach ZEISE'S Vermuthung.

	M.G.			oder:	M.G.		
Kohlenstoff	1	6	10,91	Schwefelkohlenstoff	1	38	69,09
Schwefel	3	48	87,27	Hydrothionsäure	1	17	30,91
Wasserstoff	1	1	1,82				
Hydrothiocarbonsäure	1	55	100,00		1	55	100,00

**Verbindungen.** a. Sie löst sich in wässriger Salz- oder Schwefelsäure auf.

b. Mit den Salzbasen zu *hydrothiocarbonsauren Salzen*. Hydrothiocarbonsäure hat größere Affinität zu Kali und Natrium, als die Kohlensäure, und treibt daher letztere Säure aus ihren Salzen.

Man erhält das hydrothiocarbonsaure Ammoniak auf die obige berührte Weise, und die übrigen Salze theils durch Zusammenbringen der Säure mit der reinen oder kohlensauren Salzbasis, theils durch Vermischen des Ammoniaksalzes mit einem andern Salze, durch doppelte Affinität, theils durch Einleiten von Schwefelkohlenstoff in wässrigen hydrothionsau-

ren Alkalien. Mit mehreren Metalloxyden zersetzt sich doch die Hydrothiocarbonsäure schon bei gewöhnlicher Temperatur in Schwefelkohlenstoff-Schwefelmetall und in Wasser und bei höherer Temperatur erfolgt dieses auch mit den übrigen hydrothiocarbonsauren Metalloxyden. Die in Wasser gelösten hydrothiocarbonsauren Alkalien geben mit Kupfer einen rothbraunen, mit Bleisalzen einen rothen, mit Silberoxydsalzen einen gelben Niederschlag, welche letztere sich in wenigen Stunden durch Bildung von Schwefel und Abscheidung von Schwefelkohlenstoff schwärzen.

### E. X a n t h o n s ä u r e.

*Xanthogensäure, Acide xanthique.*

Bildung. S. 325 u. 326.

Darstellung. Man zersetzt die nicht zu verdünnte wässrige Lösung des xanthonsauren Kali's durch Salz- oder Sulfursäure. ZEISE. — Man übergießt xanthonsaures Kali in einem Glaszylinder mit einem abgekühlten Gemisch aus 1 Volumen und 5 Wasser, so, daß die Säure merklich vorwaltet, setzt ein wenig, setzt einige Augenblicke darauf der milchigen Flüssigkeit ein gleiches Maass Wasser zu, und dann noch viel mehr Flüssigkeit klärt sich durch Absetzen der Xanthonsäure. Man läßt die wässrige Flüssigkeit mit einem Heber ab, erneuert das Wasser über der Säure so oft, bis es nicht mehr den salzsauren Baryt und trennt den Rest des Wassers durch den Scheidetrichter, damit dieses mit der Zeit zersetzend wirken würde. ZEISE.

Eigenschaften. Oelige, durchsichtige Flüssigkeit; schwerer als Wasser; leicht verdampfbar. Riecht eigenthümlich stark, der schwefligen Säure ähnlich; schmeckt erst zusammenziehend und etwas sauer, dann etwas bitter und nachher kühlend. Röthet Lackmuspapier, doch geht die Röthung in Gelb und Gelbweiß über. Leicht entzündlich. Für Kupfersalze gelb. ZEISE.

#### Nach ZEISE'S Vermuthung.

	M.G.			oder:	M.G.		
Kohlenstoff	4	24	24,24				
Schwefel	4	64	64,65	Schwefelkohlenstoff	2	76	76
Wasserstoff	3	3	3,03	Weingeist	1	23	23
Sauerstoff	1	8	8,08				
Xanthonsäure	1	99	100,00		1	99	100



**Zersetzungen.** 1. Beim Erwärmen bis zu  $40^{\circ}$  entwickelt mit Lebhaftigkeit brennbares Gas (vielleicht Kohlenoxyd) st Schwefelkohlenstoffdampf; bei allmäliger Steigerung Wärme bis zu  $100^{\circ}$  wird noch viel Schwefelkohlenstoff, und es bleibt eine noch etwas ölige Flüssigkeit, die, 2 Geruch und Verhalten gegen Kupfersalze nach, noch wenig Xanthonsäure enthält. — 2. Die Xanthonsäure ~~ist~~ ~~sich~~ leicht entzündet, und verbrennt mit lebhafter blauer ~~flamme~~ und starkem Geruch nach schwefliger Säure. — 3. ~~2~~ überzieht sich schnell an der Luft, langsamer unter Was-  
., mit einer undurchsichtigen Rinde. — 4. Längere Zeit Wasser bei gewöhnlicher Temperatur in Berührung, zer-  
zt sie sich allmähig unter Gasentwicklung; nur bei einer  
2 Gefrierpunkte des Wassers nahen Temperatur erfolgt  
2e Zersetzung. — 5. Bringt man Iod mit der unter Was-  
befindlichen Säure in Berührung, so verbreitet sich all-  
ig eine dunkelrothbraune Färbung durch die Säure; das  
bewegt sich auf derselben hin und her, bis es verschwun-  
det. Bei überschüssigem Iod entsteht hydriodige und  
Jodsäure, die sich in Wasser lösen, und unter derselben  
ndet sich ein Oel, welches im Aeufsern einer Auflösung  
Iods in Schwefelkohlenstoff gleicht. ZEISE.

**Verbindungen.** a. Wasser nimmt so wenig von dieser  
re auf, daß es zwar ihren Geruch erhält, aber nicht die  
enschaft, die Kupfersalze zu trüben.

b. Mit Salzbasen. Die Xanthonsäure zersetzt die koh-  
sauren Alkalien unter Entwicklung der Kohlensäure. Man  
ht das xanthonsaure Kali oder Natron durch Zusammen-  
gen von weingeistigem Kali oder Natron mit Schwefel-  
enstoff (vgl. S. 325 und xanthonsaures Kali); die übrigen  
honsauren Salze, *Xanthates*, kann man erhalten theils durch  
ittelbares Zusammenbringen der Säure mit der reinen  
• kohlensauren Salzbasis, theils durch Vermischen des  
rigen xanthonsauren Kali's mit andern Salzen auf dem  
ge der doppelten Affinität. Die xanthonsauren Salze zer-  
en sich in der Hitze. entwickeln vorzüglich Hydrothion-

säure, Kohlensäure und Xanthogenöl, und lassen ein Gemisch von Schwefelmetall und Kohle (s. wegen dieser und der übrigen Verhältnisse der xanthonsauren Salze das xanthonsaure Kali). Sie werden durch Salpetersäure und Chlor, durch Zerstörung der Säure, zersetzt; Salz- und Schwefelsäure scheiden aus ihnen die unzersetzte Xanthonsäure ab. Alle xanthonsauren Alkalien sind in Wasser löslich, und diese Auflösungen geben mit Bleisalzen einen weissen, mit Kupferoxydsalzen einen gelben, mit Quecksilberoxydul- und Silber-Salzen einen sich bald bräunenden und schwärzenden, anfangs gelblichen, Niederschlag. ZEISE.

F. *Xanthogenöl*. — Entwickelt sich bei der Destillation des xanthonsauren Kali's und anderer xanthonsauren Salze. — Gelbliche, durchsichtige, ölige Flüssigkeit, auf dem Wasser schwimmend, minder flüchtig, als Schwefelkohlenstoff, riecht stark gewürzhaft, fast zwiebelartig, schmeckt stark gewürzhaft und süsslich, wirkt weder auf Lackmus, noch auf Curcuma.

Es läßt sich leicht entzünden, und verbrennt mit bläulicher Flamme, unter Bildung von viel schwelliger Säure und von Wasserdampf, ohne Ruß abzusetzen.

Es scheint sich ein wenig in Wasser zu lösen; wirkt nicht auf Blei- und Kupferoxyd-Salze und nicht auf Kupferoxyd; löst sich leicht in Weingeist, selbst in sehr verdünntem. ZEISE. Seine Zusammensetzung ist unbekannt.

G. *Schwefelhaltige Krokonsäure?* — Scheint sich bei der Zersetzung des krokonsauren Bleioxyds durch Hydrothionsäure zu erzeugen. L. GMELIN (*Pogg.* 4, 51).

#### Schwefel und Boron.

A. *Schwefelboron*. — Boron, in Schwefeldampf bis zum Glühen erhitzt, entzündet sich und verbrennt darin zu Schwefelboron, welches an den Wandungen des Gefäßes weiss und undurchsichtig erscheint, auf dem Boden aber, durch beigemengtes ungeschwefeltes Boron, grau. — Das Schwefelboron löst sich in Wasser mit Heftigkeit, unter Entwicklung von hydrothionsaurem Gas, auf, während das Wasser Boraxsäure gelöst enthält: beim Behandeln des grauen Schwefelborons mit Wasser fällt das beigemengt gewesene Boron zu Boden; hatte man das Boron gerade nur bis zur Entzündung in Schwefeldampf erhitzt, und hinterher kein

Erhöhere Hitze angewendet, so hat sich ein Schwefelboron mit höherem Schwefelgehalt gebildet, welches beim Auflösen in Wasser den überschüssigen Schwefel als Schwefelmilch fällt. BERZELIUS (*Pogg.* 2, 145). Schmelzt man Schwefel mit Boron, so erhält man bloß ein olivenfarbiges Gemenge, von welchem man nach BERZELIUS den Schwefel abdestilliren kann.

B. *Schwefelsaures Boron?* — Boron löst sich in kitztem Vitriolöl unter schwachem Aufbrausen zu einer schwarzen Flüssigkeit auf, aus welcher Kali entweder Boron oder Boronoxyd fällt.

C. *Schwefelsaure Boraxsäure.* — Wasserfreie und krystallisirte Boraxsäure löst sich in Vitriolöl in großer Menge auf, besonders bei erhöhter Temperatur. Farblose Verbindung von terpenthinartiger Consistenz, aus der Wasser die Boraxsäure zum Theil fällt.

#### Schwefel und Phosphor.

A. *Schwefelphosphor.* — Beide Körper vereinigen sich in allen Verhältnissen, und zwar, selbst unter Wasser, unter lebhafter Feuerentwicklung, und bei etwas größeren Mengen unter Explosion. — Um diese bei der Bereitung zu vermeiden, füge man zu dem in einer Glasröhre geschmolzenen Phosphor nur kleine Antheile Schwefel, und warte je einmal ihre Vereinigung ab; ist die Verbindung so mit Schwefel übersättigt, so füge man wieder kleine Antheile Phosphor hinzu, u. s. w. Durch Schütteln mit wässerigem Ammoniak hält man die Verbindung rein und klar, FARADAY; auch kann man sie zur Scheidung von festen Theilen, unter Wasser durch Gamsleder pressen.

Gelblichweiße durchscheinende, oder durch rothe Phosphorsubstanz getrühte Verbindung, schmelzbarer als ihre Bestandtheile; 1 Phosphor mit  $\frac{1}{8}$  Schwefel gesteht bei  $+ 25^{\circ}$ , mit  $\frac{1}{4}$  Schwefel bei  $15^{\circ}$ , mit  $\frac{1}{2}$  Schwefel bei  $10^{\circ}$ , mit 1 Schwefel bei  $5^{\circ}$ , mit 2 Schwefel bei  $22^{\circ}$ , mit 3 Schwefel bei  $3-0^{\circ}$  KILLETIER; nach FARADAY ist ein Gemisch von 7 Phosphor mit 5 Schwefel noch bei  $- 6,7^{\circ}$  flüssig, setzt jedoch, unter Wasser aufbewahrt, Schwefelkrystalle ab, so daß eine aus

linden Erhitzen von Kalihydrat mit Schwefel bildet sich unterschwefligsaures Kali und Schwefelmetall. Die schweren Metalloxyde gegen, mit Schwefel geglüht, entwickeln, wenn sie eine Zersetzung erleiden, schweflige Säure; entweder treten sie hierbei sämmtlich Sauerstoff an den einen Theil des Schwefels ab, und verbinden sich mit dem andern zu Schwefelmetall (Kupferoxyd); oder es zerfällt ein Theil des Metalloxyds, meistens wohl die Hälfte, unzersetzt und bildet mit dem Schwefelmetall eine eigene Verbindung (Zinnoxydul). Manche Metalloxyde erleiden keine Veränderung beim Glühen mit Schwefel; erhitzt man sie dagegen mit einem Gemisch von kohlensaurem Kali und gleichviel Schwefel (woraus sich Einfach-Schwefelkalium erzeugt) zuerst gelinde, dann, wenn die Kohlensäure ausgetrieben ist, im bedeckten Porcellantiegel <sup>1</sup> Slang bis zum Rothglühen, so zieht Wasser aus der erkalteten Masse das Schwefelkalium, während das andere Schwefelmetall als glänzendes krystallinisches Pulver unauflöslich bleibt. Auf diese Weise gelang es BERZELIUS, die Verbindung des Ceriums, Chroms, Urans mit Schwefel darzustellen. Wahrscheinlich verwandelt sich hierbei ein Theil des Fünffachschwefelkaliums mit dem andern Metalloxyd in schwefelsaures Kali und in das andere Schwefelmetall.

— 4. Man leitet über das glühende Metalloxyd die Dämpfe des Schwefelkohlenstoffs. — Hierbei bildet der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff des Metalloxyds Kohlenoxyd oder Kohlensäure, der Schwefel tritt an das reducirte Metall. — 5. Man zersetzt ein Metalloxyd durch Hydrothionsäure. — Besteht das Metalloxyd aus 1 M.G. Metall und 1 Sauerstoff, so wird sich 1 M.G. Sauerstoff mit 1 Wasserstoff und 1 Metall mit 1 Schwefel vereinigen, also Einfach-Schwefelmetall erzeugen (Bleioxyd); ferner dieses nicht in der Hitze dem hydrothionsauren Gase noch Schwefel entzieht (Kali); ein Metalloxyd, welches  $1\frac{1}{2}$  M.G. Sauerstoff hält, zersetzt dagegen  $1\frac{1}{2}$  M.G. Hydrothionsäure, und erzeugt  $1\frac{1}{2}$  M.G. Wasser und 1 M.G. Aderthalb-Schwefel (arsenige Säure); ein Metalloxyd, welches nur  $\frac{1}{2}$  M.G. Sauerstoff hält (Kupferoxydul), wird zu Halb-Schwefel-Metall u. s. w. kurz, soviel M.Gewichte Sauerstoff mit dem Metall verbunden gewesen waren, eben soviel M.Gewichte Schwefel werden durch die Hydrothionsäure an dasselbe übertragen. Die Zersetzung zwischen Metalloxyd und Hydrothionsäure erfolgt bei mehreren Metalloxyden schon bei gewöhnlicher Temperatur (Bleioxyd), indem gasförmige oder wässrige Hydrothionsäure mit Bleioxyd oder ähnlichen Metalloxyd, oder ein in Wasser gelöstes hydrothionisches Salz mit der Auflösung des Bleioxyds oder eines ähnlichen Metalloxyds zusammenbringt; bei andern in höherer (Kali), endlich indem man über das erhitzte reine oder kohlensaure Metalloxyd

thionsaures Gas streichen läßt, so lange Wasserbildung bemerkt wird, oder indem man das hydrothionsaure Metalloxyd bei abgehaltener Luft erhitzt (vgl. S. 319 u. 321). — 6. Man zersetzt ein Metalloxyd durch hydrothionige Säure. — Da diese 5 M.Gewichte Schwefel auf 1 Wasserstoff enthält, so werden, während sich 1 M.G. Wasserstoff des Metalloxyds mit dem 1 M.G. Wasserstoff der Säure vereinigt, 5 M.Gewichte Schwefel auf 1 Metall kommen. Es bildet sich also entweder Fünffach-Schwefel-Metall, oder, wenn wenige Metalle mit 5 M.Gewichten Schwefel verbindbar sind, ein Gemenge von Einfach-Schwefel-Metall und freiem Schwefel. Die Einwirkung zwischen hydrothioniger Säure und Metalloxyd erfolgt theils in der Kälte, beim Zusammenbringen eines hydrothionigen Alkali's mit der Auflösung eines solchen Metalloxyds oder einer andern Säure, welches der Zersetzung durch hydrothionige Säure in der Kälte fähig ist; theils beim Erhitzen eines hydrothionigen Salzes bei abgehaltener Luft, so lange sich Wasser entwickelt. — 7. Man laßt Wasserstoffgas oder Kohle in der Hitze auf unterschwelligsaure, schwelligsaure oder schwefelsaure Metalloxyde einwirken (vgl. S. 299 u. 311). — Ob bei dem Metalloxyd der Sauerstoff ganzlich entzogen wird, hierauf hat nicht bloß die Natur des Metalloxyds Einfluß, sondern auch die Temperatur. Denn während nach BERTHIER (*Ann. Chim. Phys.* 19, 139) durch Weissglühen der schwefelsauren fixen Alkalien in einem mit Kohle gefütterten Tiegel reines Schwefelmetall erhalten wird, so bleibt nach GAY-LUSSAC (*Ann. Chim. Phys.* 30, 24) bei Rothglühhitze ein Theil des Alkali's unzersetzt, um so mehr, je niedriger die Temperatur, und es bildet sich ein Gemisch von freiem Schwefel und einem Schwefelmetall, welches mehr als 1 M.G. Schwefel enthält, und sich daher mit gelber Färbung im Wasser auflöst.

Die Schwefelmetalle sind fest; fast alle spröde; meistens krystallisirbar; ihr spec. Gewicht beträgt nach THOMSON immer weniger, als das durch Rechnung sich ergebende; einige zeigen Metallglanz und Undurchsichtigkeit, andere sind ohne Metallglanz und durchscheinend, oder durchsichtig. Die Schwefelverbindungen der leichtflüssigen Metalle sind schwerer, die der strengflüssigen sind leichter schmelzbar, als das Metall. Meistens sind sie minder verformbar, als das reine Metall.

Einige Metalle verlieren den Schwefel in höherer Temperatur (Gold), andere lassen ihn, selbst in der höchsten



Hitze gar nicht (Zink), oder, wenn sie mehr als 1 Schwefel enthalten (Eisen), nur zum Theil fahren. — trockenes Sauerstoffgas wirkt nicht auf die Schwefelmetalle der gewöhnlichen Temperatur; feuchtes verwandelt mehrere (Eisen) langsam in schwefelsaure Metalloxyde. In der Luft oder dem Sauerstoffgas ausgesetzt, geben sie weder schwefligsaures Gas und Metall (Silber); oder schwefligsaures Gas und Metalloxyd (Antimon, Wismuth, Zinn, Eisen, bei zu großer Hitze); oder schwefelsaures Metall (Alkalimetalle, und, bei sehr schwacher Glühhitze, Eisen). — leichten Schwefelmetalle, so weit man sie kennt, lösen im Wasser zu hydrothion- oder hydrothionig-sauren Metalloxyden auf, indem das Metall aus dem Wasser 1 M.G. Sauerstoff aufnimmt, und 1 M.G. Wasserstoff des Wassers auf Schwefel überträgt. Beträgt dieser 1 M.G., so bildet sich Hydrothionsäure; bei 5 M.Gewichten Schwefel hydrothionige, mehr als 1 und weniger als 5 M.Gewichten Schwefel auf 1 bildet sich ein Gemisch von hydrothion- und von hydrothionischem Alkali; namentlich ist anzunehmen, daß die Auflösung Doppelt-Schwefelkaliums in Wasser, wenn sie keine freie Säure enthält (vgl. S. 321) 3 M.Gewichte hydrothion- und 1 hydrothionig-saures Kali hält; die des Dreifach-Schwefelkaliums beide Salze in gleicher Zahl der M.Gewichte; und die des Einfach-Schwefelkaliums 1 M.G. hydrothion- und 3 M.Gewichte hydrothionig-saures Kali. Die meisten schweren Schwefelmetalle bleiben im Wasser unverändert, bis auf wenige (Scheel, Mangan, Arsenik), welche, in fein vertheiltem Zustande dem Wasser dargeboten, sich darin zu hydrothionsauren Salzen auflösen; hieraus jedoch durch Zusatz von Hydrothionsäure und anderen Säuren wieder als Schwefelmetalle gefällt werden. Schwefelmetalle zersetzen sich mit wässrigen Säuren in Metalloxyde, welche mit der Säure in Verbindung treten, in sich entwickelnde Hydrothionsäure. — Viele nicht im Wasser lösliche Schwefelmetalle (Arsenik, Antimon) lösen sich in wässrigen hydrothionsauren Alkalien, und werden daraus wieder durch stärkere Säuren als Schwefelmetalle gefällt. Man kann an, daß sie sich dabei durch Zersetzung von Wasser in Hydrothionsaure Metalloxyde verwandeln, so enthält die Lösung

Doppelsalz, nämlich die Verbindung des hydrothionsauren Alkali's mit einem andern hydrothionsauren Metalloxyd. Das Schwefel-Mangan, -Zink, -Blei, -Eisen, -Kupfer und -Silber sind nicht in hydrothionsauren Alkalien löslich. Auch in reinen wässrigen Alkalien lösen sich mehrere Schwefelmetalle auf. Sie verwandeln sich durch das Wasser in hydrothionsaures Metalloxyd; ein Theil des Alkali's verbindet sich mit Metalloxyd, der andere mit Hydrothionsäure, und das so gebildete hydrothionsaure Alkali löst den unzersetzten Theil des andern hydrothionsauren Metalloxyds wieder zu einem Doppelsalze auf. — Nach der S. 243 beleuchteten Ansicht ist das wässrige hydrothionsaure Alkali als wässriges Schwefelmetall zu betrachten; dieses vereinigt sich mit dem andern zu einem zusammengesetzten Schwefelmetall, das sich als solches in Wasser löst. Wirkt wässriges Alkali auf Schwefelmetall ein, so tritt ein Theil des Alkali's seinen Sauerstoff an einen Theil des andern Metalls ab, und das so gebildete Metalloxyd tritt mit dem unzersetzten Alkali in Verbindung; das mit Schwefel verbundene Alkalimetall vereinigt sich mit dem unzersetzten andern Schwefelmetall zu einem in Wasser löslichen zusammengesetzten Schwefelmetall.

Wasserstoffgas, in der Glühhitze über Schwefelmetall geleitet, entzieht unter Bildung von hydrothionsaurem Gas Sauerstoff dem Antimon, Wismuth und Silber sämmtlichen Schwefelmetallen; dem Zinn nur einen Theil. Keinen Schwefel entzieht der Wasserstoff dem Einfach-Schwefel-Zink, -Blei, -Eisen und -Nickel und dem Halb-Schwefel-Kupfer. ROSE (*Pogg.* 4, 109).

Mehrere Schwefelmetalle, mit Kohle geglüht, zersetzen sich in Schwefelkohlenstoff und in zurückbleibendes oder verdampfendes Metall, oder in ein Schwefelmetall von geringerem Schwefelgehalt.

Einige Schwefelmetalle sind verbindbar mit Hydrothionsäure; einige mit Schwefelkohlenstoff (S. 328); einige mit dem Oxyde desselben Metalles (Antimon) oder mit dem kohlenstoffsauren oder schwefelsauren Oxyde desselben (Kalium). Außerdem gehen die Schwefelmetalle mannigfache, meistens proportionirte Verbindungen unter einander ein, von denen mehrere in der Natur vorkommen. — BERZELIUS unterscheidet solche zusammengesetzte Schwefelmetalle, in welchen beide Metalle einen mehr elektropositiven Charakter besitzen (Kupferkies, aus Schwefelkupfer und Schwefeleisen zusammengesetzt), und solche, in welchen das eine Metall elektronegativer ist, und mit Sauerstoff



Säure zu bilden vermag (Scheel, Molybdän, Arsenik, Tellur, Zinn, Gold, Platin, Rhodium). (Doch möchte keine Gränze gezogen werden können). Die letzteren nennt BERZELIUS *Schwefelsalze* \*). In ihnen ist der Sauerstoff, der in den Salzen vorkommt, durch eine gleiche Zahl von M.G. Schwefel vertreten, d. h. das elektronegative Metall enthält ebensoviel M.Gewichte Schwefel, als es Sauerstoff braucht, Säure zu bilden, und das elektropositive Metall soviel M.G. Schwefel, als es Sauerstoff braucht, um zur Salzbasis zu vgl. vorzüglich Arsenik und Antimon:

Auch mit Iod- und Chlor-Metallen sind einige Selmetalle vereinbar. — Nur sehr wenige lösen sich in We

F. Mit mehreren organischen Stoffen, wie mit Geist, Aether, flüchtigen und fetten Oelen, Harzen u.

### Siebentes Kapitel.

## S e l e n.

BERZELIUS. *Schw.* 23, 309 u. 430.

BUCH u. WÖHLER. *Gilb.* 69, 264.

SCHOLZ. *Schw.* 38, 231.

PLEISCHL. *Schw.* 39, 348; ferner *Kastn. Arch.* 4, 339.

J. v. LEWENAU Abh. über das Selen. Wien 1823.

H. ROSK. *Pogg.* 3, 271.

STROMAYER. *Pogg.* 2, 403; auch *Schw.* 43, 444; auch *Kastn. Arch.*

Synonyme. Selenium, Selène, Selenium.

Geschichte. Von BERZELIUS 1818 entdeckt und untersucht. Alle hier aufgezeichnete Thatsachen, bei denen

\*) BERZELIUS unterscheidet (in s. Lehrb. 1825, 1, 697) 3 Arten von Salzen, nämlich: 1. *Sauerstoffsalze*, oder Verbindungen der Sauerstoffsäuren mit Salzbasen. — 2. *Haloidsalze*, oder Verbindungen von Salzbildern mit Metallen. Zu den Salzbildern rechnet er Schwefel, Iod, Chlor, Fluor, Cyan u. s. w. 3. *Schwefelsalze*, Verbindungen elektronegativer Schwefelmetalle mit elektronegativen Schwefelmetallen. Bei der Annahme dieser 3 Classen von Salzen möchte es schwer werden, eine genügende Definition eines Salzes im Allgemeinen zu geben, ja es scheint durch die Anwendung, die dem Begriff Salz hierbei gegeben ist, der Begriff Salz und der Begriff: chemische Verbindung, gleichbedeutend zu werden.

anderer Chemiker genannt worden ist, verdanken wir **BERZELIUS**.

**Vorkommen.** Im Selenkupfer, mit Kupfer; im Eukairit, mit Kupfer und Silber, **BERZELIUS**; im Selenblei, mit Blei; im Selenkupfblei und im Selenbleikupfer, mit Blei und Kupfer; im Selenzinksilberblei, mit Blei und Quecksilber, **H. ROSE**; im Selenkobaltblei, mit Blei und Kobalt, **STROMEYER**, **H. ROSE**; außerdem sehr kleinen Mengen im Fahluner Schwefelkies (indem hieraus selenhaltiger Schwefel destillirt, und dieser zu Gripsholm zur Darstellung des englischen Vitriolöls gebraucht wird, bildet sich in dem Bleihause ein selenhaltiger Bodensatz), **BERZELIUS**; desselben im Schwefelkies von Kraslitz in Böhmen, **BUCH** u. **WÖRNER**; aus diesem wird Eisenvitriol und daraus rauchendes Vitriolöl bereitet, welches beim Verdünnen des Vitriolöls mit Wasser Selen lösen läßt, **L. GMELIN** (*Gilb.* 65, 206); auch im Schwefelkies von Luckawitz in Böhmen (dieser liefert einen Schwefel, der bei Verwendung zu englischem Vitriolöl einen ähnlichen, nach **LENAU** 7,8 Procent Selen liefernden, Selenschlamm im Bleihause setzt, wie der Fahluner Schwefel, **SCHRATTENBACH**, **SCHOLZ**, **WISCHL**); auch im Schwefelkies, aus welchem das Vitriolöl in Erdhausen und Bodenmais bereitet wird, **BUCH** (*N. Tr.* 3, 1, 5), **MÜLLER** (*Br. Arch.* 2, 235), **H. v. MEYER** (*Kastn. Arch.* 332); im Kupferkies von Paris Mountain auf Anglesea und dem aus demselben bereiteten Vitriolöl, **EDM. THOMSON** (*Phil. Ann.* 9, 52); im Molybdänkies von Schlackenwalde, **PLEISCHL**; und in den Erzen, **BERZELIUS**, **SCHOLZ**.

**Darstellung.** 1. Aus dem Selenschlamme der Gripsholmer Schwefelsäure-Fabrik. Dieser röthliche Bodensatz besteht aus Selen, Schwefel, Arsenik, Zink, Zinn, Blei, Eisen, Kupfer und Quecksilber. Man mengt ihn nach dem Trocknen mit Salpetersalzsäure zu einem Teige, den man gelinde erwärmt, fügt nach 48 Stunden, wo die rothe Farbe in die gelblichgelbe übergegangen und alles Selen gelöst ist, Wasser hinzu, fällt hierauf das Bleioxyd durch Schwefelsäure, wäscht und wäscht lange aus, und leitet durch das dunkle Filtrat, mit dem Waschwasser gemischte Filtrat Hydrothionwasser, welche ein Gemeng von Selenschwefel und von Schwefelmetallen niederschlägt. Man löst den ausgewaschenen und gedrückten Niederschlag in erwärmter Salpetersalzsäure und verdünnt die Auflösung mit Wasser, wo selensaures Zinn niederschlägt, aus welchem durch Erhitzen in einer Re-

torte alle Selensäure sublimirt erhalten werden kann. Flüssigkeit wird durch salzsauren Baryt von der erzeugten Schwefelsäure befreit, filtrirt, hierauf durch Abdampfen einem Theil der Salzsäure befreit, dann in einer Retorte zur Trockne destillirt, und dann noch stärker erhitzt (in der Retorte bleibende Rückstand hält selensauren Baryt, Zinnoxid und Kupferoxyd und arseniksauren Baryt); auch übergehenden, Selensäure haltenden Flüssigkeit schlägt man das Quecksilber- und Zinn-Oxyd durch überschüssiges Kaliumnieder (ein wenig Quecksilber bleibt ungefällt). Das so erhaltene selensaure Kali wird mit Salmiak in einer Retorte erhitzt, wo sich Wasser, Stickgas, Ammoniak, Salmiak und etwas Selen entwickelt, und eine Salzmasse bleibt, die bei Auflösen in Wasser das Selen zurückläßt (wäre hier schwefelsaures Ammoniak gegenwärtig, so würde das Selen mit Schwefel verunreinigt). Dieses wird ausgesüßt, getrocknet und sublimirt. **BERZELIUS.**

2. Aus dem Selenschlamme von Lukawitz. a. Man destillirt ihn in einer Tubulatretorte mit Salpetersalzsäure, giebt oftmals frische Salpetersäure hinzu, und destillirt endlich bis zur Trockne. Man zieht den Rückstand mit kochendem Wasser aus, versetzt das abgedampfte Filtrat mit schwefelsaurem Ammoniak, welches die Fällung des Selenes veranlaßt. Dieses, erst mit kaltem, dann mit heißem Wasser abgewaschen, wird getrocknet und durch Destillation in einer Glasretorte völlig gereinigt. **SCHOLZ.** — b. Man bringt den getrockneten Selenschlamm in eine Porcellanröhre, und leitet während man mit der Erhitzung nur so allmähig steigt, daß die Masse nicht zum Schmelzen kömmt, getrocknetes Chlorgas darüber. Die entstandenen Dämpfe von Chlorselen und Chlorschwefel werden am anderen Ende in einem Wasser haltenden Gefäße aufgefangen, und diese Flüssigkeit, nach niedergeschlagenen selenhaltigen Schwefel abfiltrirt, wird durch schwefligsaures Kali gefällt. Nach dieser, zuerst von **ROSE** bei der Analyse der Selenerze angewandten Methode, läßt sich reines Selen erhalten.

3. Aus dem Kraslitzer Vitriolöl. Man verdünnt dasselbe mit der doppelten Menge Wasser, trennt den Niederschlag, welcher Selen nebst einer, noch nicht genauer bestimmten, metallischen Materie enthält, durch Decanthiren und Auswaschen mit der Schwefelsäure, trocknet ihn und reinigt ihn durch Destillation. Die Ausbeute ist sehr gering. GM.

Eigenschaften. Scheint aus wässerigem hydroselensauren Ammoniak nach BERZELIUS in Würfeln oder Parallelepipeden zu krystallisiren; PLEISCHL erhielt bei der Sublimation des Selen eine schöne, spiefsige Krystalle, denen des Schwefels ähnlich, im Retortenhalse. Spec. Gewicht 4,3 bis 4,32. Spröde, wie Glas, nicht hart, leicht zu ritzen und zu pulvern; nach raschem Erkalten der geschmolzenen Masse von muschligem, zerbrechenden, nach langsamen von körnigem, matten Bruche.

Im sehr vertheiltem Zustande (aus einer kalten wässerigen Flüssigkeit niedergeschlagen) scharlachroth; vereinigt sich beim Erwärmen der Flüssigkeit zu einem erst dunkelrothen, dann dunkelbraunen dichtern Pulver; bei zusammenhängender Oberfläche, z. B. durch Schmelzen, bald dunkelbraun, bald schwärzlichbleigrau und metallglänzend. In dünnen Lagen mit violetter Farbe durchscheinend. — Wird in der Wärme weich, bei 100° halb, bei etwas höherer Temperatur ganz flüssig; bleibt beim Erkalten lange weich, wie Siegellack bearbeitbar und in lange elastische Fäden ziehbar. Siedet unter der Glühhitze; die Farbe des Dampfes ist dunkler gelb, als die des Chlorgases, heller gelb, als die des Schwefeldampfes; der Dampf riecht nicht nach Rettig, er verdichtet sich in engen Gefäßen zu metallischglänzenden Tropfen, in offenen zu scharlachrothen Blumen, an der Luft zu einem rothen Nebel. Das Selen leitet schlecht die Wärme, nicht die Elektricität, läßt sich dennoch durch Reiben nicht elektrisch laden.

### Verbindungen des Selen.

#### Selen und Sauerstoff.

Das Selen zeigt geringere Affinität gegen den Sauerstoff, als der Schwefel; beim gelinden Erhitzen an der Luft ver-

dampft es unverändert, und nur beim stärkeren, z. B. durch Berührung mit einer Flamme, verbrennt es an der Luft mit röthlichblauer, im Sauerstoffgase mit unten weißer, oben blaugrüner Flamme zu Oxyd und zu Säure.

#### *A. Selenoxyd.*

Bildet sich neben etwas Selensäure beim Verbrennen des Selens in Luft oder Sauerstoffgas; bildet sich nur in geringer Menge beim Erhitzen von Selen mit Selensäure, welche beide größtentheils unverändert sublimirt werden; in größerer beim Auflösen des Schwefelselens in erhitzter Salpetersäure, deren Gehalt an Salpetersäure zur Oxydation des Schwefelselens nicht hinreichend ist. — Man erhält das Selenoxydgas im mit Sauerstoffgas gemengten Zustande durch Verbrennen des Selens in einem mit Sauerstoffgas gefüllten Gefäße, und Hinwegnehmen der zugleich gebildeten Selensäure durch Schütteln mit Wasser.

Farbloses Gas, von durchdringendem Rettiggeruch, so daß  $\frac{1}{50}$  Gran Selen hinreicht, durch Verbrennen ein Zimmer mit dem Rettiggeruch zu füllen. Röthet nicht Lackmus.

Nur wenig von Wasser absorbirbar, dem es seinen Geruch, aber keinen Geschmack mittheilt; von wässrigen Alkalien nur in Verhältniß ihres Gehalts an Wasser verschluckbar. Die wässerige Lösung wird nicht durch Hydrothionsäure gefällt.

#### *B. Selensäure.*

Bildung. 1. Beim Verbrennen des Selens in Luft oder Sauerstoffgas, neben dem Oxyd. — 2. Bei der Behandlung des Selens mit Salpetersäure oder Salpetersalzsäure. Kalte Salpetersäure wirkt fast gar nicht, erhitzte wirkt lebhaft ein; noch schneller die Salpetersalzsäure.

Darstellung. 1. Man erhitzt das Selen in einer Glaskugel bis zum Kochen, und leitet Sauerstoffgas darüber hinweg, wo Verbrennung erfolgt und die Selensäure sich sublimirt. — 2. Man löst das Selen in erwärmter Salpetersäure oder Salpetersalzsäure auf, und erhitzt die Flüssigkeit in einer Re-

wie, wo zuerst Salpeter- und Salz-Säure überdestilliren, später die Selensaure sich sublimirt.

Eigenschaften. Sublimirt sich in weissen, oft 2 Zoll langen, 4seitigen Nadeln von einem besonderen Glanze, oder zu grosser Wärme des Ortes, wo sie sich anlegt, als dichte durchscheinende weisse Masse. — Bei gewöhnlichem Luftdruck nicht schmelzbar; verdampft schwieriger, als Salz- und Salpeter-Säure, leichter, als Vitriolöl, und bildet einen, wie Chlorgas gefärbten Dampf. — Schmeckt rein bitter, hinterher brennend; hat in Dampfgestalt einen stechenden sauren Geruch.

	M.G.			Berzelius
Selen	1	30	71,43	71,261
Sauerstoff	2	16	28,57	28,39
Selensäure	1	56	100,00	100,000

Zersetzungen. 1. Die mit Ammoniak verbundene Selensäure tritt in der Hitze ihren Sauerstoff an den Wasserstoff des Ammoniaks ab, so daß hierbei Stickstoff und Selen frei wird. Hierauf beruht die Abscheidung des Selen aus selensaurem Ammoniak durch Erhitzen desselben mit salzsaurem Ammoniak, wo sich durch doppelte Affinität anfangs selensaures Ammoniak erzeugt. — 2. Schweflige Säure, mit wässriger Selensäure, oder schwefelsaurem Ammoniak oder Rah, mit Salzsäure-haltiger Selensäure  $\frac{1}{2}$  Stunde lang erhitzt, oder dem Sonnenlichte ausgesetzt, schlägt das Selen in rothen Flocken nieder. — 3. Die selensauren, wie mit Salzsäure, gemischte Selensäure setzt Eisen oder Zink das Selen als eine dunkelkupferrothe Masse ab, und in rothen, braunen oder schwärzlichgrauen Flocken ab, je nach der Temperatur; bei Gegenwart von Schwefelsäure ist das sich absetzende Selen schwefelhaltig. — 4. Selen erhitzt, bleibt die Selensäure grösstentheils unverändert, sich nur einem geringen Theile nach in Selenoxyd umwandelnd. — 5. Ohne Zweifel tritt sie in der Hitze an Wasserstoff, Kohlenstoff, Boron, Phosphor und Schwefel, an manche Stoffe und an viele Metalle ihren Sauerstoff ab.

Verbindungen. a. Mit Wasser bildet die Selensäure:

*α. Selensäurehydrat.* — Krystallisirt aus der heißen wässrigen Auflösung beim langsamen Erkalten in grossen, der Länge nach gestreiften, dem Salpeter sehr ähnlichen Krystallen; beim raschen Erkalten in kleinen Körnern. Bildet sich auch beim Aussetzen der Krystalle der trockenen Säure an die Luft, welche durch Anziehen von Feuchtigkeit ihren Glanz verlieren, und, ohne feucht zu werden, zusammenfallen. — Das Hydrat entwickelt beim Erhitzen zuerst das Wasser; erst bei viel stärkerem sublimirt sich dann die trockene Selensäure.

*β. Wässerige Selensäure.* — Die Selensäure löst sich sehr leicht in kaltem Wasser; in heissem fast in jedem Verhältniss.

b. Mit den Salzbasen vereinigt sie sich zu den *selenigen Salzen, Seleniates*. Ihre Affinität zu den Salzbasen ist beträchtlich, jedoch scheint sie immer der Schwefelsäure, in den meisten Fällen auch der Salz- und Salpeter-Säure nachzustehen. Es giebt einfach-, doppelt- und 4fach-saure, und sehr wenige basische selensaure Salze. Die einfach-selensauren Alkalien reagiren immer alkalisch, sie zeigen keinen der Säure eigenthümlichen, sondern einen rein salzigen Geschmack. Die doppelt-selensauren Salze (die sich jedoch bei Blei-, Kupfer- und Silber-Oxyd und bei Quecksilberoxydul nicht hervorbringen lassen) reagiren sauer. Vereinigt man ein Alkali mit soviel Selensäure, dass die Flüssigkeit sich gegen Pflanzenfarben neutral verhält, so liefert sie beim Abdampfen Krystalle von einfach- und von doppelt-selensaurem Alkali. Vierfach-selensaure Salze kommen nur bei den Alkalien vor. — In der Hitze lassen manche selensaure Metalloxyde alle Säure fahren, andere einen Theil, andere gar keine. Die selensauren Salze entwickeln beim Glühen Kohle, ohne Verpuffung, Kohlenoxyd- und kohlenanres Gas und werden entweder unter Entwicklung von wenig Selen dampf in Selenmetalle verwandelt, wie bei den fixen Alkalien und vielen schweren Metalloxyden, oder sie entwickeln



**Selen**, wie bei den Erden. — Das einfach-selensaure **moniak**, Kali und Natron ist in Wasser löslich, die übrigen einfach-sauren Salze sind schwer oder gar nicht löslich.

## Selen und Wasserstoff.

### Hydroselensäure.

**Bildung.** Bei Zersetzung eines Selenmetalls durch Wasser oder eine wässrige Säure. Nach **PLEISCHL** entwickelt sich bei der Sublimation von mit Wasser befeuchtetem Selen etwas Hydroselensäure.

**Darstellung.** Man übergießt Selenkalium oder Seleneisen mit wässriger Salzsäure, und fängt das sich beim Erhitzen entwickelnde Gas über Quecksilber auf.

**Eigenschaften.** Farbloses Gas. Im Anfange riecht dasselbe nach Hydrothionsäure und der Blausäure ähnlich; hierauf folgt eine stechende, zusammenziehende und schmerzhaft wirkende Einwirkung in allen Theilen, die das Gas berührte; durch Einathmung des Gases werden die Augen entzündet, der Geruch mehrere Stunden aufgehoben, und häufig ein anhaltender Schnupfen oder trockner peinlicher Husten hervorgebracht.

	M.G.		Berzelius	
Selen	1	40	97.56	97.4
Wasserstoff	1	1	2.44	2.6
Hydroselensäure	1	41	100.00	100.0

**Verbindungen.** a. *Wässrige Hydroselensäure.* Das Wasser absorbiert das hydroselensaure Gas reichlicher, als das hydrothionsaure Gas. Man läßt zu dem über Quecksilber befindlichen Gase ausgekochtes Wasser treten. — Farblose Flüssigkeit, von schwachem Geruch und von hepatischem Geschmack; röthet Lachmus; färbt die Haut dauerhaft braun. Der Luft ausgesetzt, trübt und röthet sie sich von oben nach unten, und läßt, unter ganzlicher Zersetzung, das Selen als ein rothes Pulver fallen. Wird durch sehr wenig Salpetersäure selbst in 12 Stunden nicht zersetzt. Zersetzt sich mit den meisten in Säuren gelösten schweren Metallen, mit Wasser und Selenmetallen, welche mit brauner oder schwarzer Farbe niedertreffen; nur Cerium, Mangan und Zink

durchscheinend. — 100 Schwefel werden durch 1 Selen schtziggelb.

### Fernere Verbindungen des Selen.

#### A. Mit Chlor.

B. Mit Metallen. Die *Selenmetalle* erhält man 1. durch unmittelbares Zusammenschmelzen, wobei oft eine Feuerentwicklung erfolgt, die jedoch nicht so lebhaft ist, wie bei der Verbindung des Schwefels mit denselben Metallen; 2. durch Fällung der meisten in Säuren gelösten schwer Metalloxyde mittelst der Hydroselensäure, oder eines hydroselensauren Alkali's, oder durch Erhitzen eines hydroselensauren Metalloxyds. — 3. Durch Erhitzen von Selen mit reinen oder kohlsauren Metalloxyden, wobei ein Theil des Selen in Selensäure verwandelt wird. So erzeugen die Alkalien mit Selen geschmolzen, selensaures Alkali und Selenmetalle. BERZELIUS. (*Schw.* 34, 79). — Die Verbindungen des Selen mit den Alkalimetallen sind roth, die übrigen sind meistens metallglänzend, und meistens schmelzbarer, als die ihnen enthaltenen Metalle. Beim Glühen an der Luft verbrennt ihr Selen mit röthlichblauer Flamme und Rettiggruch. In Salpetersäure lösen sie sich schwieriger als die reinen Metalle, Selenquecksilber fast gar nicht. — Chlor zersetzt sie in der Hitze in Chlorselen und in Chlormetalle. Wasser löst einige derselben zu hydroselensauren Metalloxyden auf.

C. Das Selen ist mit fetten Oelen und mit Wachs, nicht mit flüchtigen Oelen verbindbar.

---

### Achtes Kapitel.

## I o d.

---

COURTOIS, CLEMENT u. DESORMES. *Ann. Chim.* 88. 304; auch 648, 367.

H. DAVY. *J. Phys.* 77, 456; auch *Ann. Chim.* 88, 332; auch 648, 31. — Ferner: *Schw.* 11, 68; auch *Gilh.* 48, 19. — Ferner

- Schw.* 11, 234. — Ferner: *Ann. Chim.* 92, 89. — Ferner: *Schw.* 16, 343; auch *Ann. Chim.* 96, 289.
- VAUQUELIN.** *Ann. Chim.* 90, 239; auch *Schw.* 13, 394; 14, 44; auch *Gilh.* 48, 305.
- GAUSSAC.** *Ann. Chim.* 88, 311; auch *Gilh.* 48, 24. Ferner: *Ann. Chim.* 88, 319; auch *Gilh.* 48, 372. — Ferner: *Ann. Chim.* 91, 5; auch *Schw.* 13, 384; 14, 35; auch *Gilh.* 49, 1 u. 211.
- GILB.** *Gilh.* 48, 280.
- GAULTIER DE CLAUBRY.** *Ann. Chim.* 90, 87; auch *Gilh.* 48, 297; auch *Schw.* 13, 453.
- FISCHER, GARDEN.** *Gilh.* 48, 5.
- GILB.** *Gilh.* 48, 277.
- BRADAY.** *Phil. Ann.* 2, 118; auch *N. Tr.* 6, 1, 309; im Ausz. *Schw.* 31, 488. — Ferner: *Qu. J. of. Sc.* 13, 429; auch *Schw.* 36, 237.
- Ferner: *Pogg.* 5, 325.
- SERULLAS.** *Ann. Chim. Phys.* 20, 165; auch *Schw.* 35, 493. — Ferner: *Ann. Chim. Phys.* 22, 172; auch *Schw.* 41, 416; auch *N. Tr.* 9, 1, 98. — Ferner: *Ann. Chim. Phys.* 25, 311; auch *Schw.* 41, 436; auch *Kastn. Arch.* 2, 1.
- BRUGN.** *Giorn.* 16, 65 u. 167.
- FRISIANI.** *Brugn. Giorn.* 15, 241.
- LABLAN.** *Schw.* 45, 382.
- LABILLARDIERE.** *Ann. Chim. Phys.* 6, 304; auch *Gilh.* 68, 253; auch *N. Tr.* 3, 1, 189.
- Ueber das Vorkommen des Iods s.: **FYFE.** *Edinb. Phil. J.* 1819; auch *Gilh.* 66, 241; auch *Ann. Chim. Phys.* 12, 405. — **GAULTIER DE CLAUBRY.** *Ann. Chim. Phys.* 13, 298; auch *N. Tr.* 5, 1, 371. — **STRAUB.** *Schweiz. Naturwiss. Anzeiger. Jahrg.* 3, 59; auch *Gilh.* 66, 249. — **STRATINGH.** *Repert.* 15, 282. — **ANGELINI.** *Schw.* 36, 319; auch *Gilh.* 73, 333. — **CANTU.** *Mem. de Turin* 29, 221; auch *Schw.* 41, 351; auch *Kastn. Arch.* 5, 127. — **EGIDI.** *Brugn. Giorn.* 18, 240; auch *Schw.* 45, 128. — **BALARD.** *Ann. Chim. Phys.* 28, 178; auch *Schw.* 44, 350; auch *Kastn. Arch.* 5, 126. — **CHEVALLIER.** *J. Pharm.* 8, 409. — **GÖBEL.** *Repert.* 11, 44. — **MEYER, HAPF und HOLL.** *N. Tr.* 5, 2, 430; 6, 1, 304; 7, 2, 137. — **HEßGER.** *Schw.* 32, 292; 37, 444; *Br. Arch.* 11, 383. — **MEISSNER.** *Schw.* 43, 68. — **JOHN.** *Schw.* 45, 128; *Kastn. Arch.* 4, 323. — **FUCHS.** *Repert.* 14, 276. — **LIEBIG.** *Kastn. Arch.* 5, 454. — **BERZELIUS.** *Schw.* 44, 128. — **A. VOGEL.** *Kastn. Arch.* 6, 333. — **BOUSSINGAULT.** *Ann. Chim. Phys.* 30, 91. — **PPAFF u. VAN DER SMISSEN.** *Schw.* 45, 378. — **VAUQUELIN.** *Ann. Chim. Phys.* 29, 410.

**onymie.** Iode, Iodine, Iode, Varec. — Jod (mit einem jot, als eine Sylbe) ist nicht nur übellautend, sondern auch minder der Etymologie von τὸ ἰόν, das Veilchen, und ἰοειδής, veilchenfarbig, sprechend.

**Geschichte.** 1811 vom Salpetersieder COURTOIS entdeckt; am vollständigsten von GAY-LUSSAC 1813 — 14 untersucht. Die Verbindungen des Iods mit Kohlenstoff und Wasserstoff entdeckten BRADAY und SERULLAS.

**Vorkommen.** In der Gestalt von hydriodsaurem Kali und hydriodsaurem Natron in mehreren Seegewächsen, namentlich nach

auf einander einwirken; das Iod ist nicht brennbar. Die Iodsäure bildet sich: 1. Beim Zusammenbringen des Iods mit Chloroxydulgas, dessen Sauerstoff mit dem einen Theil des Iods Iodsäure erzeugt, während das Chlor mit dem andern Theile des Iods Chloriod bildet. DAVY. — 2. Beim Zusammenbringen des Iods mit Goldoxyd, wo sich, indem ein Theil des Goldoxyds seinen Sauerstoff an das Iod abtritt, iodsaurer Goldoxyd unter Abscheidung von metallischem Gold erzeugt. COLIN. — 3. Quecksilberoxyd wird durch Iod, bei Gegenwart von Wasser, auf ähnliche Weise zersetzt, jedoch so, daß, während sich iodsaurer Quecksilberoxyd bildet, das reducirte Quecksilber mit einem Theile des Iods zu Iodquecksilber zusammentritt. COLIN. — 4. Das Iod zersetzt reines Wasser bloß einem kleinen Theile nach, mit dessen Sauerstoff Iodsäure, und mit dem Wasserstoff Hydriodsäure bildend; diese Bildung erfolgt dagegen reichlich bei Gegenwart eines fixen Alkali's, sofern dessen prädisponirende Affinität zu den Säuren des Iods ihre Bildung veranlaßt, so daß 1 M. Iod 5 M. Gewichte Sauerstoff des Wassers aufnimmt, um 1 M. G. Iodsäure zu erzeugen, während die 5 M. Gewichte Wasserstoff des Wassers sich mit 5 M. Gewichten Iod zu 5 M. Mischungsgewichten Hydriodsäure vereinigen, und sich hierbei bei 1 M. G. iodsaurer Alkali und 5 M. Gewichte hydriodsaurer Alkali erzeugen. — 5. Iod, in Berührung mit Wasser und Chlor, nimmt den Sauerstoff des Wassers auf, um Iodsäure zu bilden, während sich das Chlor seines Wasserstoffs bemächtigt, und Salzsäure erzeugt. GAY-LUSSAC.

Darstellung. Man biegt eine Glasröhre unter einem rechten Winkel; bringt dann in ihr längeres, unteres, verschlossenes Ende 10 Gran chloresaurer Kali nebst 40 Gr. Salzsäure

---

scheint nichts zu seyn, als Chloriod, welches sich in der vorhandenen Feuchtigkeit zu einer braunen Flüssigkeit löst, die Sauerstoff und Iodsäure hält, und durch überschüssiges Iod gefärbt ist. Man erhält dieselbe Flüssigkeit beim Hinzulassen von Chlorgas oder feuchtem Iod. Auffallend bleibt, daß sie Stärkmehl nicht bläut, während Iod, in bloßer Salzsäure gelöst, Bläuung bewirkt. Das ist der einzige Grund, der für die Gegenwart einer eigenthümlichen iodigen Säure sprechen könnte.

105 spec. Gew. (60 Gr. Vitriolöl, welches schon in der Chloroxydgas entwickelt, möchte nach DOBEREINER, Schw. 56, der Salzsäure vorzuziehen seyn); entwickelt mittelst schwachen Weingeistflamme, welche bloß das untere der Glasröhre trifft, das Chloroxydgas, welches im horizontalen Schenkel der Röhre durch, in trockenes Papier gehaltenes, Chlorcalcium vom Wasser befreit, und dann eine engere, nach unten gebogene, Röhre in eine langge Flasche geleitet wird, welche 4 Gran Iod enthält. Es entsteht Iodsäure und Chloriod; letzteres läßt man durch die Erwärmung verdampfen. DAVY.

Eigenschaften. Weiß, halbdurchsichtig (undurchsichtig, KAZINER), fest, ziemlich schwer, so daß sie in Vitriolöl sinkt. Geruchlos, schmeckt scharf, zusammenziehend.

	M.G.	Nach Gay-Lussac		Maass
Iod	1	125	5,6	Ioddampf?
Sauerstoff	5	40	24,24	Sauerstoffgas
Iodsäure	1	165	100,00	

Zersetzungen. 1. Beinahe bis zum Siedpunct des Baum- schitzts, zerfällt die Iodsäure im Moment, wo sie schmilzt, in Rückstand zu lassen, in Sauerstoffgas und Ioddampf. — 2. An Kohle, Schwefel, Harze, Zucker und feinebene leicht verbrennliche Metalle tritt sie in der Hitze in Sauerstoff unter Verpuffung ab. DAVY. — 3. Ihre wässrige Auflösung zerfällt beim Erwärmen mit phosphoriger Säure in Iod und in phosphorsaure Iodsäure, DAVY; mit Salzsäure zersetzt sie sich leicht in Iod und Chlor, DAVY (dies entspricht dem unter Nr. 4. über die Bildung der Iodsäure An- sehen); die wässrige Iodsäure tritt ihren Sauerstoff an die weßliche, und an den Wasserstoff der Hydrothion- und Hy- dro- Säure ab, unter Füllung ihres Iods; auch oxydirt sie die Metalle, selbst Gold und ein wenig sogar das Platin. GAY-LUSSAC.

Verbindungen. 1. Mit Wasser: *Wässrige Iodsäure*. — Die wässrige Iodsäure zerfließt an der feuchten Luft. Man er-

hält die wässerige Iodsäure nach DAVY durch Auflösen trockenen in Wasser, nach GAY-LUSSAC, wenn man in Wasser aufgelösten iodsauren Baryt durch, in genau getroffenen Verhältnisse hinzugefügte, Schwefelsäure zerlegt, wo jedoch nach DAVY immer, selbst wenn die Schwefelsäure zur Sättigung des Baryts nicht hinreicht, eine mit Schwefelsäure verunreinigte Iodsäure erhalten wird. — Farblose, dünnflüssig, geruchlose, sehr sauer schmeckende, Lackmus röthende und nach einiger Zeit entfärbende Flüssigkeit. — Sie wird durch Licht nicht verändert; sie läßt sich bis zur Syrupdicke abdampfen; bei 200° zersetzt sie sich aber in Iod- und Sauerstoffgas, GAY-LUSSAC; beim behutsamen Abdampfen wird sie syrupartig, dann teigig, und verliert zuletzt, ohne Zersetzung, alles Wasser. DAVY.

b. Sie geht mit mehreren Säuren, wie mit Schwefelsäure, sehr innige, bei der Schwefelsäure nicht einmal durch Baryt zu trennende Verbindungen ein, die sehr sauer schmecken, oft krystallisirbar und sublimirbar sind, und Gold und Platin lösen. DAVY.

c. Mit den salzfähigen Grundlagen vereinigt sie sich zu den *iodsauren, iodinesauren Salzen, Iodates*. Man erhält diese Verbindungen: 1. durch Zusammenbringen des Iods mit einem Alkali und Wasser, und Hinwegnehmen des zugleich gebildeten hydriodsauren Salzes mit Weingeist; 2. durch unmittelbare Vermischung der Iodsäure mit einer Salzbase. Diese Salze sind meistens krystallisirbar. In der Hitze verlieren die iodsauren Metalloxyde entweder 6 M.Gewichte Sauerstoff und kein Iod, und werden zu Iodmetallen (Kali), oder sie verlieren Iod und nur 5 M.Gewichte Sauerstoff, und werden zu Metalloxyden (Baryt), je nachdem das Metall größere Affinität gegen Iod oder gegen Sauerstoff hat. Einige iodsäure Salze verpuffen mit brennbaren Körpern, die durch den Sauerstoff der Iodsäure verbrannt werden, sowohl beim Erhitzen, als beim Schlag, doch viel schwächer, als chlorsäure und salpetersäure Salze. Sie werden bei gewöhnlicher Temperatur durch Entziehung von Sauerstoff zersetzt von

flüßigen, Hydrothion- und Hydriod-Säure und durch er-  
 Salzsäure, wobei das Iod und daneben Schwefel oder  
 abgeschieden, und Schwefelsäure oder Wasser erzeugt  
 Iodsaure Salze werden selbst durch hydriodsaure Salze  
 tzt, wenn beide Säuren an eine, nur mit schwacher Af-  
 t begabte, Basis (Zinkoxyd) gebunden sind, oder wenn  
 zu einem Gemisch von beiden Salzen eine stärkere Säure,  
 Salzsäure, fügt, welche die 2 Säuren des Iods in Frei-  
 setzt. Schwefelsäure scheidet erst in der Siedhitze aus  
 iodsäuren Kali die Säure ab. Die iodsäuren Salze sind  
 in stärkerem Weingeist, und wenig oder gar nicht in  
 Wasser löslich. GAY-LUSSAC.

## Iod und Wasserstoff.

A. *Hydriodige Säure.*

*Iodhaltende Hydriodsäure, Acide hydriodique iodurée.*

Bildet sich beim Zusammenbringen der wässrigen Hy-  
 drosäure mit überschüssigem Iod; auch beim Aussetzen der  
 Iodsäure an die Luft, deren Sauerstoff der Hydriodsäure  
 1 Theil ihres Wasserstoffs entzieht.

Nicht für sich bekannt.

	M.G.		
Iod	2	250	99,60
Wasserstoff	1	1	0,40
Hydriodige Säure	1	251	100,00

Sofern nach BAUP (*J. Pharm.* 9, 40) wässrige Hydriodsäure  
 wässriges hydriodsaures Kali oder Zinkoxyd, mit Iod zusam-  
 gebracht, davon gerade soviel auflösen, als sie bereits enthalten.

Verbindungen. a. Mit Wasser. *Wässrige hydriodige Säure.*  
 wird auf die eben angeführte Weise erzeugt, und stellt  
 gelbbraune Flüssigkeit vom Geruch des Iods und von  
 saurem Geschmack dar.

b. Mit den Salzbasen liefert sie die *hydriodigsauren,*  
*stenden hydriodsauren Salze, Hydriodates iodurés,* die man  
 1 Zusammenbringen der wässrigen hydriodsauren Salze  
 od erhält, und die, so weit man sie kennt, in Wasser  
 h sind, und sich durch eine braune Farbe auszeichnen.



hält die wässerige Iodsäure nach DAVY durch Auflösen d trockenen in Wasser, nach GAY-LUSSAC, wenn man in Wa ser aufgelösten iodsauren Baryt durch, in genau getroffenen Verhältnisse hinzugefügte, Schwefelsäure zerlegt, wo jedes nach DAVY immer, selbst wenn die Schwefelsäure zur Sättigung des Baryts nicht hinreicht, eine mit Schwefelsäure ver unreinigte Iodsäure erhalten wird. — Farblose, dünnflüssig geruchlose, sehr sauer schmeckende, Lackmus röthende und nach einiger Zeit entfärbende Flüssigkeit. — Sie wird durch Licht nicht verändert; sie läßt sich bis zur Syrupdicke abdampfen; bei 200° zersetzt sie sich aber in Iod- und Sauerstoffgas, GAY-LUSSAC; beim behutsamen Abdampfen wird sie syrupartig, dann teigig, und verliert zuletzt, ohne Zersetzung, alles Wasser. DAVY.

b. Sie geht mit mehreren Säuren, wie mit Schwefelsäure, sehr innige, bei der Schwefelsäure nicht einmal durch Baryt zu trennende Verbindungen ein, die sehr sauer schmecken, oft krystallisirbar und sublimirbar sind, und Gold und Platin lösen. DAVY.

c. Mit den salzfähigen Grundlagen vereinigt sie sich zu den *iodsauren, iodinsauren Salzen, Iodates*. Man erhält diese Verbindungen: 1. durch Zusammenbringen des Iods mit einem Alkali und Wasser, und Hinwegnehmen des zugleich gebildeten hydriodsauren Salzes mit Weingeist; 2. durch unmittelbare Vermischung der Iodsäure mit einer Salzbase. Diese Salze sind meistens krystallisirbar. In der Hitze verlieren die iodsauren Metalloxyde entweder 6 M.Gewichte Sauerstoff und kein Iod, und werden zu Iodmetallen (Kali), oder sie verlieren Iod und nur 5 M.Gewichte Sauerstoff, und werden zu Metalloxyden (Baryt), je nachdem das Metall größere Affinität gegen Iod oder gegen Sauerstoff hat. Einige iodsaure Salze verpuffen mit brennbaren Körpern, die durch den Sauerstoff der Iodsäure verbrannt werden, sowohl beim Erhitzen, als beim Schlag, doch viel schwächer, als chlor- und salpetersaure Salze. Sie werden bei gewöhnlicher Temperatur durch Entziehung von Sauerstoff zersetzt von de

wefligen, Hydrothion- und Hydriod-Säure und durch er-  
 ste Salzsäure, wobei das Iod und daneben Schwefel oder  
 Ior abgeschieden, und Schwefelsäure oder Wasser erzeugt  
 d. Iodsaure Salze werden selbst durch hydriodsaure Salze  
 setzt, wenn beide Säuren an eine, nur mit schwacher Af-  
 tät begabte, Basis (Zinkoxyd) gebunden sind, oder wenn  
 n zu einem Gemisch von beiden Salzen eine stärkere Säure,  
 e Salzsäure, fügt, welche die 2 Säuren des Iods in Frei-  
 it setzt. Schwefelsäure scheidet erst in der Siedhitze aus  
 an iodsauren Kali die Säure ab. Die iodsauren Salze sind  
 icht in stärkerem Weingeist, und wenig oder gar nicht in  
 Wasser löslich. GAY-LUSSAC.

## Iod und Wasserstoff.

A. *Hydriodige Säure.*

*Iodhaltende Hydriodsäure, Acide hydriodique iodurée.*

Bildet sich beim Zusammenbringen der wässrigen Hy-  
 driodsäure mit überschüssigem Iod; auch beim Aussetzen der  
 Hydriodsäure an die Luft, deren Sauerstoff der Hydriodsäure  
 einen Theil ihres Wasserstoffs entzieht.

Nicht für sich bekannt.

	M.G.		
Iod	2	250	99,60
Wasserstoff	1	1	0,40
Hydriodige Säure	1	251	100,00

Sofern nach BAUP (*J. Pharm.* 9, 40) wässrige Hydriodsäure  
 mit wässriges hydriodsaures Kali oder Zinkoxyd, mit Iod zusam-  
 gebracht, davon gerade soviel auflösen, als sie bereits enthalten.

Verbindungen. a. Mit Wasser. *Wässrige hydriodige Säure.*  
 wird auf die eben angeführte Weise erzeugt, und stellt  
 eine gelbbraune Flüssigkeit vom Geruch des Iods und von  
 schwachsaurem Geschmack dar.

b. Mit den Salzbasen liefert sie die *hydriodigsauren,*  
*haltenden hydriodsauren Salze, Hydriodates iodurés,* die man  
 durch Zusammenbringen der wässrigen hydriodsauren Salze  
 mit Iod erhält, und die, so weit man sie kennt, in Wasser  
 löslich sind, und sich durch eine braune Farbe auszeichnen.

*B. Hydriodsäure.*

*Iodinewasserstoffsäure, Acide hydriodique; als Gas: Hydriodsaures Gas, Gas acide hydriodique.*

**Bildung.** 1. Wenn man Wasserstoffgas mit Ioddampf durch eine glühende Porcellanröhre leitet. — 2. Das Iod nach dem Sauerstoff, Chlor und Fluor die größte Affinität zum Wasserstoff, und entzieht daher denselben den meisten Verbindungen des Wasserstoffs, namentlich der Hydrothion- säure, dem Ammoniak und vielen organischen Verbindungen wie Weingeist, Aether, flüchtigen Oelen, um mit demselben Hydriodsäure zu erzeugen. — 3. Nur in dem Falle ist es möglich, sich mit dem Wasserstoff des Wassers zu Hydriodsäure zu vereinigen, wenn zugleich eine andere Materie mit einer gewissen Kraft den Sauerstoff des Wassers an sich zieht, dies sey nun Iod selbst, bei Gegenwart eines Alkaliums (vgl. Bildung der Iodsäure Nro. 4.), oder es seyen die Phosphor, unterphosphorige Säure, schweflige Säure, schwefelsaure Salze, unterschwefligsaure Salze, arsenige Säure, Zinn- oxydsalze, Metalle u. s. w.; welche dabei in phosphorige Säure, Schwefelsäure, schwefelsaure Salze, Arsenik- oxydsalze oder in Metalloxyde verwandelt werden.

**Darstellung.** Phosphor und Iod werden, mit feuchtem Glaspulver bedeckt, in einer mit pneumatischem Quecksilber- apparat verbundenen Retorte erhitzt.

**Eigenschaften.** Spec. Gewicht S. 136. Farbloses Gas. 1. salzsauren Gase ähnlich riechend; Lackmus stark röthlich; zur Respiration untauglich; das Verbrennen nicht unterscheidend, nicht brennbar.

	M.G.		Nach Gay-Lussac.		Maass sp. G.	
Iod	1	125	99,2	Ioddampf	1 ?	8,664
Wasserstoff	1	1	0,8	Wasserstoffgas	1	0,069
Hydriodsäure	1	126	100,0	Hydriodsaures Gas	2	4,367

**Zersetzungen.** 1. Ein Gemenge aus hydriodsaurem Sauerstoffgas verwandelt sich beim Hindurchtreiben durch eine glühende Porcellanröhre in Wasser und Iod. — 2. 1. seriges Wasserstoffhyperoxyd, wässrige Salpetersäure, Sch-

ture, Iodsäure und Eisenoxydsalze treten an den Wasserstoff der Hydriodsäure Sauerstoff ab, wodurch sie, unter Abcheidung des Iods der Hydriodsäure in Wasser, Salpetersäure, schweflige Säure, Iod oder Eisenoxydsalze verwandelt werden. — 3. Chlorgas erzeugt mit diesem Gase salzsaures Gas und Iod, oder, bei mehr Chlor, Chloriod, welches sich in Gegenwart von Wasser als Salzsäure und Iodsäure auflost. — 4. Kalium, Zink, Eisen, Quecksilber und andere Metalle werden in diesem Gase zu Iodmetallen, wobei aus 1 Maass hydriodsaurem Gas  $\frac{1}{2}$  Maass Wasserstoffgas in Freiheit gesetzt wird. — 5. Mit Blei-, Quecksilber- und Silberoxyd, und einigen andern Oxyden, die seyen frei, oder mit einer Säure vereinigt, zersetzt sich die Hydriodsäure bei gewöhnlicher Temperatur in Wasser und in Iodmetall; ist jedoch das Oxyd ein Hyperoxyd, wie Braunnstein, so bleibt ein Theil des Iods unverbunden. — Schweflig- und hydrothionisches Gas wirken nicht ein. GAY-LUSSAC.

[illegible]

concentrirten Zustande bei 125 bis 128°, und läßt sich überdestilliren, ohne zuvor Gas zu verlieren. Sie riecht, wie Gas, schmeckt erst stechend, dann zusammenziehend und Concentrirt, raucht sie an der Luft.

In der Kette der Voltaischen Säule zerfällt sie in Iod am positiven, und in Wasserstoff am negativen Pole. Durch den Sauerstoff der Luft verwandelt sie sich in Wasser und hydriodige Säure. Uebrigens zeigt sie die unter 2, 3, 4 und 5 angegebenen Zersetzungen des hydriodsauren Gases.

b. Mit Phosphorwasserstoffgas.

c. Mit den salzfähigen Basen zu *hydriodsauren Salzen* *Hydriodates*. Man bereitet sie durch Zusammenbringen 1. des Iods mit Metall und Wasser; 2. der Hydriodsäure mit der salzfähigen Basis; 3. der wässrigen Hydriodsäure mit Metallen, welches sich unter Wasserstoffgasentwicklung löst. Metalle mit zu geringer Affinität gegen den Sauerstoff und zu geringer Affinität gegen das Iod, wie Silber, Quecksilber und Blei, bilden keine hydriodsauren Salze. — Die hydriodsauren Salze sind giftig. — Durch Abdampfen bis zur Trockene bei gehaltenem Luftzutritt, zum Theil schon durch Krystallisation, verwandeln sich die hydriodsauren Alkalien, mit Ausnahme des Ammoniaks, in Iodmetalle, indem der Wasserstoff der Säure gerade zu der Sättigung des Sauerstoffs in der Base hinreicht; die hydriodsauren Erden verlieren beim Abdampfen ihre Säure. Die hydriodsauren Salze werden durch Aufnahme von Iod in hydriodigsaure Salze verwandelt. Phosphorsäure scheidet aus ihnen iodhaltige Hydriodsäure, Schwefel- und Salpeter-Säure und Chlor scheiden aus ihnen Chlorwasser ab, wobei sich phosphorige Säure, schweflige Säure, Salpetergas oder Salzsäure und ein phosphor-, schwefel-, salpeter- oder ein salzsaures Salz bilden. Alle hydriodsauren Salze erzeugen mit aufgelösten neutralen Silbersalzen einen Niederschlag, nicht in Ammoniak löslichen, mit Quecksilberoxydsalzen einen scharlachrothen, mit Quecksilberoxydulsalzen einen gelben, und mit Bleisalzen einen orangefarbenen Niederschlag. — Die hydriodsauren Salze sind sämmtlich in Wasser

lich, auch, wenigstens größtentheils, in Weingeist. GAY-  
LUSAC.

d. Mit Weingeist zu Hydriodnaphtha.

Iod und Kohlenstoff.

Kohle äußert nach DAVY selbst in der Weißglühhitze keine  
Wirkung aufs Iod.

A. FARADAY'S Iod-Kohlenwasserstoff \*).

Von FARADAY entdeckt; doch glaubte DAVY schon früher zu  
bemerkten, daß sich das Iod mit dem überzeugenden Gase zu einer  
schmelzbaren Flüssigkeit verbinde.

Bildung und Darstellung. 1. Man setzt Iod in einem mit  
überzeugendem Gase gefüllten Gefäße den Sonnenstrahlen  
aus; das Gas wird allmähig verschluckt, ohne daß sich Hy-  
driodsäure erzeugt. Man entzieht das überschüssige Iod durch  
wässriges Kali, und die reine Verbindung bleibt übrig.

Eigenschaften. Krystallisirt bei der Sublimation in Säulen  
und Tafeln; zerreiblich; schwerer als Vitriolöl; farblos. Riecht  
stark, schmeckt süßlich. Schmilzt in der Wärme und  
verdunstet dann unzersetzt.

	M.G.			oder:	M.G.		
Kohlenstoff	2	12	8,63	Ölbildendes Gas	2	14	10,07
Wasserstoff	2	2	1,11				
Iod	1	125	89,93	Iod	1	125	89,93
Iodkohlenwasserstoff	1	139	100,00		1	139	100,00

Zersetzungen. Entwickelt bei zu starkem Erhitzen Iod und  
Gas, wahrscheinlich ölbildendes; dergleichen beim Er-  
hitzen in Vitriolöl bis zu 150 bis 200°. Verbrennt nur in  
der Weingeistflamme, unter Entwicklung von Iod und Hy-  
driodsäure. Zerfällt, durch erhitztes Kupfer geleitet, in Iod-  
kupfer und in 0,1032 ölbildendes Gas. Langsam durch wäs-  
sriges Kali zersetzbar.

\*) Bis die Natur der 3 hier zu beschreibenden Verbindungen ge-  
nauer bestimmt seyn wird, möchte es am besten seyn, dieselben  
nach ihren Entdeckern und ihrer Beschaffenheit zu unterscheiden.

**Verbindungen.** In Weingeist und Aether löslich, in Wasser, wässrigen Säuren, wie Vitriolöl, und wässrigen Alkalien. FARADAY.

**B. SERULLAS's fester Iod-Kohlenwasserst**

*Kohlen-Hydriod, Perhydriodure de Carbone* von SERULLAS. Von SERULLAS entdeckt.

**Bildung und Darstellung.** Man fügt zu der Auflösung des Iods in Weingeist von 35° B. so lange eine Auflösung von Kali in Weingeist, bis Entfärbung eingetreten ist, und das Filtrat mit etwas Wasser, verjagt sämmtlichen Weingeist durch gelindes Erwärmen, wäscht die sich ausscheidende krystallinische Materie auf einem Filter aus, und trocknet im Vacuum. SERULLAS. — Hiermit kommen folgende Weisen übereinstimmend. Man fügt zu der Lösung von Iod in Weingeist von 0,850 speic. Gew. wenig in Weingeist gelöstes Kali, so daß das Iod nicht völlig durch das Kali gesättigt wird, schlägt die eigenthümliche Substanz durch Verdünnen mit viel Wasser nieder, und reinigt dieselbe durch Waschen mit wässriger Lösung von iodsaurer Kali durch Behandlung mit wässriger Lösung oder durch Wiederauflösen in Weingeist. TADDEI. — Man mischt 1 Iod mit 2 Kalihydrat und wenig Wasser, gießt die Mischung in eine kalte Lösung von 1 Iod in 6 Weingeist und filtrirt. Beim Erkalten, oder bei Anwendung von Aether, Weingeist und wenig Wasser, beim Verdünnen mit Wasser, fallen die Krystalle nieder. Auch kann man dieses Gemisch durch Destillation von Kali und Weingeist destilliren, und die Vorlage wechseln, bis eine farblose Flüssigkeit übergeht; aus dieser schießt die Substanz in vorzüglich reinem Zustande an. FERRARI U. FRISIANI. — Man fügt zu der Auflösung des Iods in Weingeist Kali bis zur Entfärbung, gießt die Flüssigkeit von dem sich zu Boden setzenden iodsaurer Kali ab, entfernt aus derselben durch Destillation den Weingeist, und läßt aus der rückständigen Flüssigkeit die Substanz in der Kälte herauskrystallisiren. SCANLAN. — Im Anfang der Darstellung statt des Kali's die Anwendung von Kalium, Antimonium oder -Natrium erforderlich. Er brachte eines der beiden in kleinen Antheilen, jedoch so, daß keine vollständige Entfärbung erfolgte, in eine gesättigte Lösung des Iods in Weingeist und ließ die Substanz durch Verdünnen mit Wasser, und reichte durch Auflösen in Weingeist und Krystallisation. Auch wenn Aether, statt des Weingeistes angewendet, lieferte die Substanz, nicht wasserfreier. — Nach SERULLAS bildet sich die Substanz auch, jedoch selten, wenn man Iod - und Was



sch durch eine Glas- oder Porcellanröhre leitet, worin Kohle

Eigenschaften. Citronengelbe, undurchsichtige, perlmutglänzende Blättchen, SERULLAS, SCANLAN; citronengelbes stumpfes Hexaeder (Rhomboeder?), FERRARI u. FRISIANI; weisse glänzende Schuppen, TADDEI; von ungefähr spec. Gewicht, SERULLAS; zerreiblich; zart anzufühlen. Schmilzt bei gelinder Wärme, und lässt sich sublimiren. Verflucht allmählig an der Luft; verdampft bei 100° schnell und ohne Zersetzung, SERULLAS, TADDEI, und lässt sich mit Wasser ohne Zersetzung destilliren, SCANLAN. Riecht gewürzhaft, dem Safran ähnlich, SERULLAS, SCANLAN, und hustenregend, FERRARI u. FRISIANI. Schmeckt für sich nicht süßlich; in Weingeist gelöst, süß, SERULLAS; schmeckt süß, lässt einen unangenehmen Nachgeschmack, TADDEI; schmeckt der Salpeterminphtha ähnlich, und wirkt auf den menschlichen Körper, wie Iod. FERRARI u. FRISIANI.

	M.G.		Serullas	M.G.	oder?		Taddei
Kohlenstoff	2 12	8,63	8,63	1 6	4,58		5,56
Wasserstoff	2 2	1,44	1,45				
	1 125	89,93	89,92	1 125	95,42		94,44
Kohlenwasserstoff	1 139	100,00	100,00	1 131	100,00		100,00

Zersetzungen. 1. Bis zu 115 bis 120° erhitzt, schmilzt die Substanz, und verdampft theils unverändert, theils in Dampf, hydriodsaures Gas und zurückbleibende glänzende Substanz zersetzt. SERULLAS. Nach TADDEI entwickelt sich hieraus Ioddampf; auf jeden Fall ist nach der Analyse von SERULLAS der Wasserstoff mehr als hinreichend, um alles Iod in Hydriodsaure zu verwandeln; ein Theil des Wasserstoffs müsste also als Wasserstoffgas frei werden, wenn die Analyse richtig ist. — Mit Zink, Eisen, Kupfer, Quecksilber, Silber (nicht mit Gold und Platin) erhitzt, liefert sie Iodmetall, Kohle und sich entwickelndes Wasserstoffgas. SERULLAS.

2. Chlor zersetzt diese Substanz augenblicklich. Bei völliger Abwesenheit von Wasser und Ueberschuss von Chlor entweicht sich Salzsäure, Chloriod und eine weisse, kohlenstoff-

haltige Materie, die durch Wasser von Salzsäure und Chloriod getrennt werden kann\*); bei weniger Chlor scheidet wenn man nachher Wasser zufügt, statt der weißen Materie wenig ölige aus\*\*). Wirkt Chlor auf den festen Iod-Kohlenwasserstoff bei Gegenwart von wenig Wasser, so entsteht Salzsäure, Chloriod, und, statt der weißen Materie Phosphengas, auch in dem Falle, wo die Menge des Chlors gering ist. Wässeriges Chlor wirkt gar nicht zersetzend. SERULLAS. — 4. Ein sehr trockenes Gemenge von festem Iod-Kohlenwasserstoff und Chlorphosphor im Maximum, der Sonne dargeboten, bleibt in den ersten 3 Monaten unverändert, dann zersetzt es sich auf einmal in eine feste, in Wasser lösliche, und in eine rothe, flüssige, nicht in Wasser lösliche Materie; erstere ist Iodphosphor und Chlorphosphor, letztere verhält sich wie ein Gemisch von flüssigem Iod-Kohlenwasserstoff mit etwas Oel des überzeugenden Gases. Dieselbe Zersetzung erfolgt beim Erwärmen augenblicklich. SERULLAS. — Schweflige, Schwefel-, Salz- und Salpeter-Säuren wirken nach SERULLAS nicht zersetzend; dagegen nach FERRAZ u. FRISIANI das Vitriolöl.

Verbindungen. Nicht merklich in Wasser, wässrigen Salzen und wässrigen Alkalien löslich, dagegen sehr leicht in Weingeist, Aether und flüchtigen und fetten Oelen.

Wahrscheinlich ist diese Substanz mit der von FARADAY untersuchte, wenigstens zeigen sich keine wichtige Unterschiede. FARADAY hält beide Substanzen für verschieden.

### C. SERULLAS's flüssiger Iod-Kohlenwasserstoff

#### *Protohydriodure de Carbone* von SERULLAS.

Bildet sich bei der Einwirkung des Chlorphosphors im Maximum auf den festen Iod-Kohlenwasserstoff.

\*) Diese weiße Materie ist fettig anzufühlen, entwickelt bei geringer Wärme einen campherartig riechenden Dampf, und löst sich bei viel Kohle, ist nicht in Wasser, leicht in Weingeist und leichter in Aether löslich. SERULLAS.

\*\* ) Diese ölige Materie ist schwerer als Wasser, fettig anzufühlen und riecht sehr stark, dem Terpenthinöl ähnlich. SERULLAS.

**Darstellung.** Man bereitet in einem Glasmörser ein inniges, sehr trocknes, Gemenge von dem festen Iod-Kohlenwasserstoff mit gleichviel Chlorphosphor im Maximum, und erhitzt dasselbe in einem, mit unter Wasser leitender Gasentwicklungs-Appare versehenen, Kolben bis zum Schmelzen des Iodkohlenwasserstoffs. Zuerst zeigen sich einige Dämpfe von Iod, dann destillirt die neue Substanz rothgefärbt über, und sammelt sich unter dem Wasser, welches ihm bald seine Farbe nimmt. Iodphosphor und Chlorphosphor bleiben im Kolben; bei lange fortgesetztem Erhitzen würden diese ebenfalls übergehen, und durch die Erhitzung, die sie mit dem Wasser bewirken, einen Theil des flüssigen Iodkohlenwasserstoffs zum Verdampfen bringen. Man trennt die Flüssigkeit vom darüber stehenden sauren Wasser durch den Scheidetrichter, schüttelt sie mit wässrigem Kali, trennt dieses durch den Trichter, und wäscht sie noch mit Wasser. Um sie endlich von dem beigemischten Oel des ölbildenden Gases zu befreien, schüttelt man sie öfters mit dem 4- bis 5fachen Maasse Vitriolöl, bis sie darin zu Boden sinkt (so lange sie das specifisch leichtere Oel des Oelgases beigemischt enthält, bleibt sie lange mit dem Vitriolöl gemengt); hierauf trennt man sie vom Vitriolöl durch den Scheidetrichter, und reinigt sie wiederum durch wässriges Kali und dann durch Wasser. — Fügt man das Vitriolöl vor der ersten Reinigung mit Kali hinzu, so erfolgt die Zersetzung, weil die nicht mit Kali gereinigte Substanz noch eine Chlorverbindung, wahrscheinlich Chloriod im Minimum, enthält, auf welche das Vitriolöl einwirkt. Daher entwickelt diese Substanz, in nicht mit Kali gereinigtem Zustande aufbewahrt, nach einiger Zeit stehende Dämpfe von Salzsäure, und giebt dann mit Kali einen Niederschlag von Iod.

**Eigenschaften.** Durchsichtige, blafsgelbe (nach dem Schütteln mit Wasser, durch dessen Beimengung, undurchsichtige, milchliche), ölige Flüssigkeit, specifisch schwerer als Vitriolöl, unzersetzt verdampfbar. Riecht eigenthümlich durchdringend, ätherisch und angenehm. Hat einen stark und anhaltend süßen und zugleich frischen Geschmack, dem der Pfeffermünze ähnlich. SERULLAS.

gas, hydrothionsaures, salzsaures und kohlsaures Quecksilber wirken im trockenen Zustande nicht ein.  
**TON LABILLARDIÈRE.**

### Iod und Schwefel.

**A. Iodschwefel.** — Die Verbindung erfolgt Erhitzung, und mit schwächerer Wärmeentwicklung Verbindung mit Phosphor; sie läßt sich auch unter bewerkstelligen. — Schwarzgraue, strahlige, glänzende rohen Spießglanz ähnliche Masse, unter 60° schmilzt in Wasser unauflöslich. In etwas höherer Temperatur Verbindung zersetzt, indem das Iod sich verflüchtigt.

**B. Schwefelsaures Iod.** — Das Iod löst sich dünner heisser Schwefelsäure ein wenig auf; beim Erkalten der Flüssigkeit schießt es daraus in Nadeln an. — Bussy verbindet sich wasserfreie Schwefelsäure mit einer grünlichblauen Flüssigkeit.

**C. Iodsaure Schwefelsäure.** — Tröpfelt man Schwefelsäure in die warme, gesättigte, wässrige Iodsaure, so entsteht ein aus ungefähr 71 Iodsaure und 29 Schwefelsäure und Wasser bestehender Niederschlag, welcher von der Flüssigkeit getrennt, bei gelinder Erhitzung etwas Wasser verliert, bei stärkerer Erhitzung schmilzt, und beim Erkalten in blaßgelben rhomboidalen Krystallen ankommt, welche leicht schmelzbar sind, und bei behutsamer Erhitzung in einer Temperatur unverändert sublimirbar, während welcher sich die reine Iodsaure zersetzen würde, bei zu raschem Erhitzen ein Theil der Krystalle in Iod und Sauerstoffgas zerfällt. **DAVY.**

**D. Iodhaltender Schwefelkohlenstoff.** — Er mischt sich im Schwefelkohlenstoff mit dunkelrother Farbe, schon 0,001 Iod färbt denselben deutlich amethystfarbig,  $\frac{1}{28160}$  blaßrosenroth. **LAMPADUS,** (*Gilb.* 58, 443 u. 31, 253). Bei sehr viel Iod ist die Verbindung schwach dickölig; damit geschütteltes Wasser ist blaßviolett und hält keine Hydriodsaure. **ZEISE.** (*Schw.* 36, 63)

## Fernere Verbindungen des Iods.

. Mit Chlor. — B. Mit Stickstoff. — C. Mit Ammoniak.

1. Mit den Metallen zu den *Iodmetallen*, *Iodures metal-*

Sie bilden sich: 1. Beim Zusammenbringen des Iods mit einem Metall, oft schon bei der gewöhnlichen Temperatur, beim Quecksilber; bisweilen mit Entwicklung von Wärme und blauem Licht, wie bei Kalium und Natrium. 2. Beim Zusammenbringen derjenigen Metalle mit Hydriodsäure, die eine größere Affinität zum Iod als den Wasserstoff übertreffen. 3. Beim Durchleiten des Ioddampfs über in einer Röhre glühende Metalloxyde, deren Metalle, wie Kalium, Natrium, Blei und Wismuth, größere Affinität gegen das Iod, als gegen den Wasserstoff, haben, welcher dabei in Gasgestalt ausgetrieben wird. 4. Beim Zusammenbringen der Hydriodsäure mit Metalloxyden, wo sich theils bei gewöhnlicher Temperatur (Blei- und Zinkoxyd), theils durch die Krystallisation (Kalium), theils beim Erhitzen (Zinkoxyd), Iodmetall und Wasser erzeugt.

Alle Iodmetalle sind ohne metallisches Ansehen, zum Theil sehr schön gefärbt. — Der Sauerstoff zersetzt in der Hitze viele Iodmetalle, unter Bildung von Oxyd und Auscheidung des Iods, jedoch nicht die des Kaliums, Natriums, Lithiums und Blei's. Chlor zersetzt sie in der Glühhitze in Iodmetalle und in Iod oder in Chloriod. DAVY. Salzsäure zersetzt sie in der Glühhitze unter Abscheidung von hydrogensaurem Gas und Bildung von Chlormetall. — Con-

centrirte Schwefel- und Salpeter-Säure zersetzen alle Iodmetalle in Iod und in schwefel- oder salpeter-saures Metalloxyd. Die meisten Iodmetalle zersetzen sich im Wasser in Hydriodsäure und Metalloxyde; durch Wasser nicht zersetzbar sind: das Silber, Iodquecksilber im Maximum und Minimum, Iodblei, Iodkupfer und Iodwismuth.

2. Mit Baryt, Strontian, Kalk und Bittererde zu *Iodalkalien* und *Ioderde*, *Iodures alcalins* und *terreux*. GAY-LUSSAC.

GROUVELLE ist das Iod bei ungefähr 200° mit sämmtlichen an Wasser haltigen fixen Alkalien zu Verbindungen vereinigt, welche 2 M.Gewichte Basis auf 1 Iod zu enthalten scheinen.

F. Das Iod ist in einigen wässrigen Salzauflösung löslich, wie in der Auflösung des kohlensauren Natro des Salmiaks.

G. Es verbindet sich mit mehreren organischen & wie mit Stärkmehl, Weingeist, Aether.

---

### Neuntes Kapitel.

## C h l o r.

---

SCHÉELE *Opusc.* 1, 247.

WESTRUMB über die dephlogistisirte Salzsäure. *Crell Ann.* 1791

BERTHOLLKT über die entbrennbarte Kochsalzsäure. *Crell Ann.* 2, 444.

CHEDEVIX über die oxygenirte und hyperoxygenirte Salzsäure. *A. Gehl.* 1, 583; auch im Ausz. *Gilb.* 12, 416.

WILL. HENRY Versuche, die Salzsäure durch die Elektricität setzen. *Scher. J.* 5, 439; auch *Gilb.* 7, 265; auch *Crell Ann.* 2, 153. — Dessen neue Versuche. *Gilb.* 47, 337.

V. ROSE über das Bestandtheilverhältniß der salzsauren Salze. 6, 22.

GAY-LUSSAC u. THÉNARD über die Salzsäure und oxygenirte Sa. *Recherches* 2, 93; *Gilb.* 32, 16 u. *Gilb.* 35, 8.

GAY-LUSSAC observations sur le chlore. *Ann. Chim.* 91, 96; auch 14, 79.

H. DAVY über die Salzsäure und oxygenirte Salzsäure. *Schw.* 93, 95, 205 u. 256; auch *Gilb.* 35, 460; 36, 188; 39, 3, 4 — Ferner: *Gilb.* 45, 117.

BERZELIUS über Salzsäure und oxydirte Salzsäure. *Gilb.* 37, 4 217 u. 227; 42, 288 u. 299.

VAUQUELIN sur l'acide chlorique et ses combinaisons. *Ann. C.* 91; auch *Gilb.* 52, 295; auch *N. Tr.* 1, 1, 242 u. 1, 2, 2

FR. Graf v. STADION von den Verbindungen der Chlorine mit stoff. *Gilb.* 52, 197 u. 339.

H. DAVY über die Wirkung der Säuren auf die chlorsauren *Phil. Transact.* 1815, 214; auch *Ann. Chim. Phys.* 1, 76.

DAVY u. FARADAY über tropfbar-flüssiges Chlor. *Phil. Transact.* 160 u. 198; auch *Pbill. Ann.* 5, 304 u. 393; auch *Schw. 3* auch *Kastn. Arch.* 1, 89.

FARADAY über Chlorhydrat. *Quart. J. of Sc.* 15, 71; auch *S.* 116 u. 301.

R. PHILLIPS über die Zusammensetzung salzsaurer Salze. *Phi* 6, 339.

GAY-LUSSAC über das Chloroxyd. *Ann. Chim. Phys.* 8, 408.

Ueber den Chlorkohlenstoff: FARADAY. *Phil. Transact.* 181 auch *Pbill. Ann.* 2, 104; auch im Ausz. *Schw.* 31, 488 u. 33, 23

*Tr.* 6, 1, 273. — JULIN, PHILLIPS u. FARADAY. *Phil. Transact.* 31, 392; auch *Phill. Ann.* 1, 216.

DAVY über das Phosgengas. *Schw.* 3, 429; auch *Gilb.* 40, 220; — ferner: *Schw.* 9, 199; auch *Gilb.* 43, 296.

DEIMANN u. ROQUIET über das Oel des ölerzeugenden Gases. *Ann. Chim. Phys.* 1, 33- u. 2, 206; auch *Schw.* 19, 112; auch *Gilb.* 59, 12.

Ueber das Chlorboron: BERZELIUS. *Pogg.* 2, 14-.

Ueber den Chlorschwefel: THOMSON. *N. Gehl.* 6, 331; — ferner: *Ann.* 15, 408; auch *N. Tr.* 5, 2, 322. — A. BERTHOLLET. *N. Gehl.* 6, 353. — BUCHOLZ. *N. Gehl.* 9, 172. — DUMAS. *Bull. phil.* 1825, 23.

**Synonyme.** Chlorine, Halogen, oxydirte, oxygenirte, dephlogistisirte, entbrennbare Salzsäure, Bleichsäure; Chlore, Acide muriatique oxygénée; Chlorum, Acidum muriaticum oxygenatum. In Gasgestalt: Chlorgas, Chlorinegas, oxygenirtsalzsaures Gas, zündendes Salzgas, Gas acide muriatique oxygénée.

**Geschichte.** Aus dem seit undenklichen Zeiten bekannten Kochsalze scheinen die Alchemisten zuerst die wässrige Salzsäure erhalten zu haben; PRIESTLEY entdeckte mit seinem pneumatischen Quecksilberapparate das salzsaure Gas. Bei der Behandlung des Steinsteins mit Salzsäure erhielt SCHEELÉ 1774 zum ersten Mal Chlorgas, welches er nach der damaligen Lehre als eine ihres Logistons beraubte, also dephlogistisirte, Salzsäure ansah. BERTHOLLET zeigte 1785, der eben aufgekommenen antiphlogistischen Theorie gemäß, daß dieses Chlor als eine mit Sauerstoff verbundene, als eine oxygenirte Salzsäure zu betrachten sey, eine bis 1809 allgemein angenommene Meinung. In diesem Jahre zeigten jedoch LAY-LUSSAC u. THIÉNARD, durch viele Versuche unterstützt, daß sich die chemischen Verhältnisse des Chlors auch aus einer Ansicht entwickeln lassen, nach welcher dasselbe als eine einfache Substanz betrachtet wird. H. DAVY war der Erste, welcher 1810 dieser Ansicht den Vorzug und dem Chlor seinen jetzigen Namen gab.

BERTHOLLET lehrte zuerst einige chlorsaure Salze kennen; welche CHENEVIX 1802 genauer untersuchte, und aus welchen es LAY-LUSSAC 1814 zuerst gelang, die wässrige Chlorsäure abzuweisen. H. DAVY entdeckte 1811 das Chloroxydulgas, 1815 das Chloroxydgas, welches schon früher CHENEVIX bemerkt und für Chlorsäure gehalten hatte; gleichzeitig wurde letzteres, so wie die oxydirte Chlorsäure vom Grafen FR. VON STADION aufgefunden.

Das Phosgengas entdeckte JOHN DAVY; das Oel des ölerzeugenden Gases DEIMANN, TROOSTWYK, NIEUWLAND, BONDT u. DEWRENBURGH; die verschiedenen Arten des Chlorkohlenstoffs FARADAY 1820, nachdem bereits COLIN u. ROQUIET den Anthralb-Chlorkohlenstoff bemerkt, aber, seiner Natur nach, nicht kannt hatten; das Chlorboron BERZELIUS 1824; den Chlorphos-



phor im Minimum GAY-LUSSAC u. THÉNARD 1808; den Chlorphosphor im Maximum H. DAVY; den Chlorschwefel HAGEN 1781 (*Crell N. Entd.* 4, 74) und THOMSON 1804; die Verbindung aus Sauerstoff, Chlor, Schwefel und Kohlenstoff BERZELIUS u. MARCET 1813; das Chlorselen BERZELIUS; das Chloriod GAY-LUSSAC, welcher Letztere auch in Verbindung mit THÉNARD, ben DAVY, die Natur der Chlormetalle am Genauesten untersucht.

Vorkommen. Findet sich in beträchtlicher Menge in der Natur, theils als Salzsäure und in salzsauren Salzen, theils im Chlor Kalium, -Natrium, -Blei, -Quecksilber und -Silber.

Darstellung. 1. In tropfbarer Gestalt: Man bringt Chlorkaliumhydrat in eine starke Glasröhre, schmelzt sie zu, und erwärmt sie bis zu 38°. Das Hydrat schmilzt und trennt sich in Schichten; die obere,  $\frac{3}{4}$  betragend, ist Wasser, durch wenig Chlor gefärbt, die untere ist tropfbares Chlor. Ist die Glasröhre schenkelförmig gebogen, so läßt sich das Chlor überdestilliren und so vom Wasser trennen. Auch läßt sich das durch Vitriolöl getrocknete Chlorgas mittelst starker Compression und Erkältung in den tropfbaren Zustand überführen. DAVY u. FARADAY.

2. In Gasform: Ein Gemenge von 60 Kochsalz und gutem Braunstein (Manganhyperoxyd) wird mit einem Gemenge von 98 Vitriolöl und 50 Wasser übergossen, und in einer so geräumigen Flasche allmählig erwärmt, bis die Masse eckig ist. Das Chlorgas wird über erwärmtem Wasser aufgesaugen. Die Masse steigt, besonders im Anfange, sehr leicht. Ist der Braunstein Manganhyperoxydulhydrat (kein graues, sondern ein braunes Pulver gebend), so braucht man auf 60 Kochsalz 100 Braunstein und 147 Vitriolöl. Weniger vortheilhaft erhält man das Gas durch Erhitzen von wässriger Salzsäure mit Braunstein, Mangan- und andern Hyperoxyden.

Eigenschaften. 1. In tropfbarer Gestalt: Klar, dunkellichgelb, sehr flüssig, von 1,33 spec. Gewicht; noch nicht — 17,8° gefrierend; das Licht etwas schwächer brechbar als das Wasser. DAVY u. FARADAY.

2. In elastischer Form: Spannung, spec. Gewicht, lichtbrechende Kraft des Gases S. 124, 136 u. 139. Das tropfbare Chlor verwandelt sich beim Oeffnen des Gefäßes sogleich in Gas bis auf einen Theil, der wegen starker

als  $-40^{\circ}$  betragender, Abkühlung eine Zeitlang un-  
verändert bleibt. FARADAY. Bläsgelbes Gas. Gefriert und ver-  
festigt sich in wasserfreiem Zustande noch nicht bei  $-40^{\circ}$ .

— Nicht brennbar; ein Wachslicht brennt darin nur  
fort, unter Absatz von viel Ruß. — Zerstört im  
festen Zustande die Pflanzenfarben, ohne z. B. Lackmus  
zu röthen; zerstört organische Gerüche und Anste-  
ckstoffe. — Riecht sehr stechend und erstickend, macht,  
in geringer Menge eingeathmet, Schnupfen, Husten  
Beklemmung, bei öfterem Einathmen Blutspeien und  
Windsucht.

### Verbindungen des Chlors.

#### Chlor und Wasser.

1. *Chlorhydrat*. — Chlorgas vereinigt sich schon  
über  $0^{\circ}$  mit wenig Wasser zu einer festen Masse. Man  
erhält die Verbindung rein, wenn man in mit Chlorgas ge-  
füllte Flaschen weniger Wasser bringt, als erforderlich ist,  
um das Chlor in Hydrat zu verwandeln, und dieselben ei-  
nige Tage der Temperatur von  $0^{\circ}$  aussetzt. — Baumförmig  
nadelartige, gelbe, durchscheinende Masse, nach FARADAY  
spez. Gew. von 1,2 spec. Gewicht; bisweilen in Nadeln und  
rhombischen Oktaedern krystallisirt.

	M.G.			Faraday
Chlor	1	35,4	28,23	27,7
Wasser	10	90,0	71,77	72,3
Chlorhydrat	1	125,4	100,00	100,0

bleibt bei  $15,5^{\circ}$  unverändert; zersetzt sich bei  $38^{\circ}$  in  
freies Chlor und in Chlor, welches bei offenen Gefäßen  
entweicht, bei verschlossenen sich als eine besondere  
Schicht abscheidet; beim nachherigen Erkalten ver-  
einigen sich dann beide Schichten wieder zu krystallisirtem  
Hydrat. Das Hydrat wirkt auf Ammoniak, Ammoniaksalze und  
alkoholischen Geist, wie das freie Chlor. FARADAY.

2. *Wässriges Chlor. Liquide oxygenirte Salzsäure*. —  
Wasser nimmt bei der gewöhnlichen Temperatur unge-

fähr 2 Maasse Chlorgas auf. DALTON. Das damit bei gesättigte Wasser zeigt ein spec. Gewicht von 1,003 ITHOLLET. Es ist gelblich, zeigt den Geruch des Chl schmeckt nicht sauer, sondern herb. Es gefriert unge bei 0°, und zerfällt dabei nach FARADAY in Chlorhydrat in Eis, welches frei von Chlor ist. Es zersetzt sich, be ders am Lichte, in wässrige Salzsäure und in Sauerstoff

Ob das Chlor als solches sich mit dem Wasser verbindet, nachdem es sich, wenigstens zum Theil, einerseits durch Aufnahme von Wasserstoff aus dem Wasser in Salzsäure, andererseits durch Aufnahme von Sauerstoff in Chloroxyd oder Chlorsäure verwandelt ist schwierig zu entscheiden. Auf jeden Fall zeigt die Flüssig in Geruch und andern Beziehungen dieselben Verhältnisse, wie Chlor für sich.

#### Chlor und Sauerstoff.

Die Affinität des Chlors zum Sauerstoff ist noch geringer, als die des Iods zum Sauerstoff, und auch hier ist die directe Vereinigung beider Stoffe zu bewirken.

#### A. C h l o r o x y d u l.

*Euchlorine, Protoxide de Chlore, Euchlorine; in Gasen Chloroxydul-, Euchlorine-Gas, Gas protoxide de Chlore.*

Bildung. Bei der Zersetzung chlorsaurer Salze der Salzsäure; vielleicht auch beim Vermischen von Salzsäure mit überschüssiger Salpetersäure.

Darstellung. 1 chlorsaures Kali wird mit 2 Salzsäure 3 Wasser in einer kleinen pneumatischen Geräthschaft verbunden und gelinde und nur von unten erwärmt, am sichersten bei vertheiltem Gesichte. Das Gas wird über Quecksilber aufgegossen, und durch Schütteln mit Quecksilber vom beigemengten Chlor befreit. DAVY.

Eigenschaften. Spec. Gewicht S. 137. Dies Gas ist tiefer gelb gefärbt, als das Chlorgas. — Es röthet vollkommen trocknen Zustande das Lackmuspapier schwach und zerstört dann seine Farbe. — Es riecht nach angebratenem Zucker, doch zugleich erstickend nach Chlor.

M.G.			Nach Gay-Luss.		Nach Davy.	
			Maafs.	sp.G.	Maafs.	sp.G.
Chlor	1	35,4	81,6	Chlorgas	1	2,1513
Sauerstoff	1	8,0	18,4	Sauerstoffgas	0,5	0,5516
Chloroxydul	1	43,4	100,0	Chloroxydulg.	1	3,0089

**Zersetzungen.** 1. Das Gas explodirt durch Erwärmen, oft selbst durch die Wärme der Hand, heftig, unter Lichtentwicklung (vgl. S. 101 *Anm.*) und Ausdehnung, und erscheint nach der Explosion als ein Gemeng von 1 Maafs Chlorgas und 0,5 M. Sauerstoffgas. — 2. Das Gas, mit 3 Maassen Sauerstoffgas mittelst des elektrischen Funkens detonirt, bildet Wasser und salzsaures Gas; bei weniger Wasserstoffgas bleibt Sauerstoffgas übrig. — 3. Mit salzsaurem Gase bildet es in der Wärme Wasser und Chlorgas. — 4. Mit Eisen erzeugt es Chlorid und Iodsäure. — 5. Phosphor entzündet sich bei gewöhnlicher Temperatur darin unter Explosion, und bildet Phosphorsäure und Chlorphosphor im Verhältniß 1:1. — 6. Glühende Kohle verbrennt darin anfangs mit hellem, dann mit dunkelrothem Lichte. — 7. Schwefel und Metalle, wie Kupfer, Eisen, Antimon und Arsenik, wirken auf die Bestandtheile des Gases erst bei einer Hitze, bei welcher dasselbe für sich explodirt; der Schwefel verbrennt dann zu Chlorschwefel und Schwefelsäure; die Metalle veredeln sich, zum Theil unter Feuerentwicklung, in Chloride, unter Abscheidung des Sauerstoffgases. — 8. Es wandelt das Salpetergas durch Abtreten von Sauerstoff in salpetrige und Salpetersäure, während Chlorgas frei wird.

**Verbindung.** Wasser nimmt sein 8 bis 10faches Maafs Chloroxydulgas in sich, und erhält dadurch eine dunkelgelbe Farbe, und einen äußerst scharfen Geschmack. DAVY.

DAVY hielt es neuerdings für möglich, daß dies Chloroxydul nur ein Gemeng von 2 Maassen Chloroxydgas mit 3 M. freiem Chlorgas sey, sofern er fand, daß Wasser bei der Absorption des Gases immer Chlorgas zurückläßt, und dieselben Eigenschaften erhält, wie mit Chloroxydgas gesättigtes Wasser. Hierin spricht jedoch 1. daß das Chloroxydulgas durch das vorgenommene Schütteln mit Quecksilber von allem Chlorgas befreit seyn

musste, und 2. nach GAY-LUSSAC (*Ann. Chim. Phys.* 8, 410), daß das Chloroxydulgas bei seiner Zersetzung constant 2 Maasse Chlorgas gegen 1 M. Sauerstoffgas liefert, während dies Verhältniß bei einem Gemenge variiren würde.

### B. C h l o r o x y d.

*Chloroxyd im Maximum, Stadion's dreifach oxygenirte Chlorine, chlorige Säure* von BERZELIUS; *Deutoxide de Chlore; — Chloroxydulgas, Gas deutoxide de chlore.*

Darstellung. 1. In tropfbarer Gestalt: FARADAY bringt in den einen Schenkel der Röhre chlorsaures Kali und Vitriolöl, und erwärmt ihn nach 24 Stunden bis zu  $38^{\circ}$ , während der andere bis zu  $-18^{\circ}$  abgekühlt ist (vgl. S. 144).

2. In Gasgestalt: a. STADION schmelzt chlorsaures Kali in einer kleinen Glasretorte in eine zusammenhängende Masse zusammen, übergießt es nach dem Erkalten mit 4 Vitriolöl und erhitzt, innerhalb 3 Stunden, allmählig in einem Wasserbade von  $+12^{\circ}$  bis zu  $100^{\circ}$ . — b. DAVY macht einen Theil von 2 Grammen gepulvertem chlorsauren Kali und von wenig Vitriolöl, bringt diesen in eine Retorte, und erhitzt dieselbe allmählig in Wasser, dem etwas Weingeist beigelegt ist, doch die Erhitzung nicht bis zu  $100^{\circ}$  steige. — c. GAY-LUSSAC nimmt zu diesem Teige Vitriolöl, das mit  $\frac{1}{2}$  Wasser verdünnt ist.

Das zuerst an das Vitriolöl tretende und dasselbe bräunende Chloroxyd entwickelt sich beim Erhitzen; so wie die Hitze stark ist, und besonders nicht die Masse, sondern das entwickelte Gas trifft, so erfolgt Explosion; daher ist auch hier das Gas zu maskiren. Das Gas wird über Quecksilber aufgefangen; es wird zum Theil in Calomel verwandelt, da dem Chloroxydulgas Quecksilber, besonders gegen das Ende des Processes, etwas freies Chlor und Sauerstoff-Gas beigelegt ist. STADION.

Eigenschaften. Das tropfbare Oxyd ist sehr flüssig, gelb, durchsichtig; vergast sich beim Oeffnen des Gefäßes mit großer Schnelligkeit. — Spannung und spec. Gew. des Gases S. 124 u. 137. Es ist lebhafter gelb gefärbt, als Chlor- und das Chloroxydul-Gas. — Es verändert trocknes Lackmuspapier, STADION; es zerstört die Farbe des feuchten, ohne zuvor zu röthen, STADION, DAVY. Es riecht

ist so erstickend wie Chlor, STADION; es riecht gewürzter als das Chloroxydul (dem gebrannten Zucker ähnlich), ohne allen Nebengeruch nach Chlor, DAVY.

## Nach STADION.

	M.G.				Maafs.	sp. Gew.
Chlor	1	35,4	59,6	Chlorgas	1	2,4543
Sauerstoff	3	24,0	40,4	Sauerstoffgas	1,5	1,6639
Chloroxyd	1	59,4	100,0	Chloroxydgas	1,5	2,7455

## Nach DAVY und GAY-LUSSAC.

	M.G.				Maafs.	sp. Gew.
Chlor	1	35,4	52,5	Chlorgas	1	2,4543
Sauerstoff	4	32,0	47,5	Sauerstoffgas	2	2,2186
Chloroxyd	1	67,4	100,0	Chloroxydgas	2	2,3365

**Zersetzungen.** 1. Das Gas bleibt im Dunkeln unverändert, Sonnenlichte trennt es sich allmählig in seine Bestandtheile; schnelle Erhitzung bis zu  $100^{\circ}$ , elektrischer Funken, selbst hütteln mit Quecksilber bewirkt eine augenblickliche, mit heftiger Verpuffung und Lichtentwicklung, und oft mit Zersprengung der Gefässe verbundene Trennung. Dabei liefern nach STADION 3 Maasse Chloroxydgas 2 M. Chlorgas und 3 M. Sauerstoffgas; nach DAVY und GAY-LUSSAC dagegen liefern 2 M. dieses Gases 1 M. Chlorgas gegen 2 M. Sauerstoffgas. — 2. 3 Maasse Chloroxydgas, mit ungefähr 8 Wasserstoffgas gemengt, detoniren durch den elektrischen Funken zu Wasser und zu Salzsäure. STADION. — 3. Mit Ammoniakgas zersetzt es sich bei gewöhnlicher Temperatur. STADION. — 4. Nach STADION und DAVY veranlaßt der Phosphor und nach STADION veranlaßt auch der Schwefel bei gewöhnlicher Temperatur eine heftige Verpuffung des Gases. — 5. Quecksilber verschluckt das Gas langsam, sich in Chlorquecksilber und chloresäures Quecksilberoxydul verwandelt. STADION. — 6. Mit wässrigen Alkalien zersetzt sich das Chloroxydgas in Chloresäure und Salzsäure, die sich mit dem Alkali vereinigen; hinzugefügte verdünnte Säure stellt den Geruch und die Farbe des Chloroxyds wieder her. STADION, DAVY.

**Verbindung.** *Wässriges Chloroxyd.* — 1 Maass Wasser absorbirt mehr als 7 M. Chloroxydgas, STADION. Das wäss-

riges Chloroxyd ist hochgelb, schmeckt herb und ätzend und nicht sauer, stößt an der Luft weisse Nebel aus, fällt das salpetersaure Silber erst im Verhältniß, als es sich zersetzt, und verhält sich zum Geruch und gegen Lackmus, wie das Gas. Es zersetzt sich nicht im Dunkeln; dagegen zerfällt es im Tageslicht in Monaten, im Sonnenlicht in wenigen Stunden in Chlor und in Chlorsäure. STADION. Die prädisponirende Affinität des Wassers zur Chlorsäure bewirkt, daß sich der Sauerstoff des Chloroxyds bloß mit einem Theil von dessen Chlor vereinigt.

Nach BERZELIUS bilden sich unter gewissen Umständen Verbindungen des Chloroxyds mit Alkalien (chlorigsaure Salze), welche eigenthümlich scharf schmecken und Pflanzenfarben zerstören. Ob jedoch die unten zu beschreibenden Chlor-Alkalien wirklich für solche Verbindungen zu nehmen sind, müssen weitere Untersuchungen unterscheiden.

### C. C h l o r s ä u r e.

*Hyperoxydirte, hyperoxygenirte Salzsäure, Acide chlorique, Acide muriatique suroxygénée, Acidum chloricum.*

Bildung. 1. Wenn man wässriges Chloroxyd dem Licht aussetzt. — 2. Wenn man Chlor mit Wasser und einem fixen Alkali oder mit Quecksilberoxyd zusammenbringt, wodurch die prädisponirende Affinität des Alkali's zu Salz- und Chlor-Säure die Zersetzung des Wassers und die Bildung dieser 2 Säuren veranlaßt wird, indem sich 1 M.G. Chlor mit 5 M.G. Sauerstoff des Wassers zu Chlorsäure vereinigt, während 5 M.G. Wasserstoff des Wassers mit 5 M.G. Chlor Salzsäure erzeugen: nicht alles Chlor geht jedoch hierbei in diese beiden sauren Formen über, und zwar um so weniger, je schwächer die Salzbasis und je verdünnter die Flüssigkeit. Ueber eigenthümliche Umstände, welche bei der Sättigung von wässrigem kohlensauren Kali mit Chlorgas stattfinden, s. WAGENMANN (*Geb.* 35, 115); GEIGER (*Repert.* 15, 37) ferner *Mag. Pharm.* 8, 79; ROBQUET (*J. Pharm.* 10, 93).

Man kennt die Säure noch nicht in reiner Gestalt.



	M.G.			Chene- vix.	Vauque- lin.	Gay- Luss.		Maass.
Chlor	1	35,4	46,95	45	35	46,8	Chlorgas	1
Sauerstoff	5	40,0	53,05	55	65	53,2	Sauerstoffg.	2,5
Chlorsäure	1	75,4	100,00	100	100	100,0		

**Verbindungen. a. Wässrige Chlorsäure.** — Darstellung. 1. Man zersetzt in Wasser aufgelösten chlorsauren Baryt durch Schwefelsäure, die mit 5 Wasser verdünnt ist. Die über dem schwefelsauren Baryt befindliche und von demselben durch Decanthiren zu trennende Säure darf sich weder mit Schwefelsäure, noch mit chlorsaurem Baryt trüben. GAY-LUSSAC. — 2. Man zersetzt eine heisse wässrige Lösung des chlorsauren Kali's durch wässrige saure flusssaure Kieselerde. Nach einigem Erhitzen, fügt zum Filtrat so lange chlorsaures Kali, als dieses sich noch in eine gallertartige Masse verwandelt, schlägt das unzersetzt gebliebene chlorsaure Kali durch Weingeist nieder, und läßt diesen bei 12° freiwillig verdampfen. BERZELIUS.

Farblose Flüssigkeit, die man durch gelindes Abdampfen bei 40° zu einer ölartigen Consistenz und ungefähr bis zu 1,3 spec. Gew. bringen kann. Ihr Gefrierpunct ist unbekannt. Sie röthet Lackmuspapier, und zerstört nach VAUQUELIN seine Farbe erst nach einigen Tagen; schmeckt sauer, kammenziehend und etwas stechend; nach GAY-LUSSAC ist sie geruchlos, nach VAUQUELIN riecht sie bei einiger Concentration etwas stechend.

Die wässrige Chlorsäure läßt sich größtentheils unverändert überdestilliren, während sich ein geringerer Theil in Chlor- und Sauerstoff-Gas zersetzt. Durch Licht wird sie leicht zersetzt. Salzsäure zersetzt sie in Chlor und Wasser; Hydrothionsäure in Wasser, Schwefel oder Schwefelsäure; Jod in Chlor oder Salzsäure, je nach dem Verhältnisse; kohlige Säure in Schwefelsäure und Chlor oder Salzsäure. Sie löst sich in ihr nach GAY-LUSSAC und nach BERZELIUS mit Wasserstoffgasentwicklung und ohne daß die Chlorsäure zersetzt wird, nach VAUQUELIN ohne Wasserstoffgasentwicklung, und unter Bildung von Salzsäure auf.

b. Mit den salzfähigen Basen erzeugt sie die *chlorsauren*, *hyperoxydirtsalzsauen Salze*, *Chlorates*, *Muriates suroxigena*. Man erhält sie 1. in Gesellschaft von salzsauren Salzen, von denen sie durch Krystallisation und auf andre Weise zu trennen sind, beim Hindurchleiten des Chlorgases durch ein reines oder kohlensaures, in Wasser gelöstes Alkali (§ 376); 2. durch Vermischen der wässrigen Chlorsäure mit einer Basis. — Die chlorsauren Salze werden sämmtlich in der Hitze zersetzt; die chlorsauren Metalloxyde entwickeln entweder 5 M.Gew. Sauerstoff der Chlorsäure und 1 M.G. Sauerstoff der Basis, und es bleibt Chlormetall; oder, wenn das Metall größere Affinität gegen den Sauerstoff als gegen das Chlor hat, entwickeln sich nur die 5 M.G. Sauerstoff der Chlorsäure, oder weniger, nebst Chlorgas, und es bleibt Metall. Mit brennbaren Körpern, wie Kohle, Phosphor, Schwefel, Arsenik, Antimon, Schwefelmetallen, Zucker u. s. w. verpuffen sie, oft mit der heftigsten Gewalt, sowohl durch Erhitzung, als auch oft durch den Stoß, weil der an das Chlor nur lose gebundene Sauerstoff mit den brennbaren Körpern eine innigere Verbindung eingeht. Die mit brennbaren Stoffen gemengten chlorsauren Salze entzünden sich zum Theil durch Vitriolöl, wahrscheinlich, sofern dieses erhitztes Chloroxyd entwickelt, welches seinen Sauerstoff leicht an die brennbaren Körper abtritt. — Concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure zersetzen sie schon in der Kälte unter Entwicklung von Chloroxyd, welches mit Chlorgas nach DAVY bei Anwendung der Schwefelsäure mit  $\frac{1}{20}$ , bei Anwendung der Salpetersäure mit  $\frac{1}{3}$  Sauerstoffgas gemengt ist; diese Zersetzung ist oft mit heftigem Verknistern, und selbst mit Blitzen verbunden, was von der Zersetzung des entwickelten Chloroxydgases durch die höhere Temperatur abzuleiten ist. Salzsäure entwickelt Chloroxydulgas und Chlorgas, ohne Sauerstoffgas. Phosphorsäure, Arseniksäure, Rhodonsäure, Citronensäure und Weinsteinsäure bewirken in der Hitze ähnliche Zersetzungen. Essig- und Benzoc-Säure wirken nicht zersetzend. — Alle chlorsaure Salze sind in Wasser

mehrere sind auch in Weingeist auflöslich; sie zeigen **keine** Wirkung auf Pflanzenfarben; sie schlagen **keine** Metallaufösung nieder.

### D. Oxydirte Chlorsäure.

**Bildet sich:** 1. wenn man in wässeriges Chloroxyd die **goldenen** Dräthe einer Voltaschen Säule leitet, wo sich im **Laufe** des Versuchs kaum Gasentwicklung zeigt, und nach **einigen** Stunden am  $+$  Pol wenig Sauerstoff und Chlor entwickelt, und am  $-$  Pole Wasserstoffgas in einem größeren **Verhältniß** zum Sauerstoffgase, als von 2 : 1 Maafs. Nach **kurzer** Zeit ist die Flüssigkeit entfärbt und in wässrige oxydirte Chlorsäure verwandelt. — 2. Läßt man Vitriolöl auf **chlorsaures** Kali unter  $100^{\circ}$  wirken, so nimmt es aus 2 **Mischungsgewichten** desselben bloß 1 M.G. Kali auf, um damit **doppelt-schwefelsaures** Kali zu erzeugen, während sich 1 M.G. Chlor mit 3 Sauerstoff als Chloroxyd entwickelt, und 1 M.G. Chlor mit 7 M.Gewichten Sauerstoff vereinigt, als oxydirte Chlorsäure, mit 1 M.G. Kali verbunden zurückbleibt. **STADION.** Noch nicht in reiner Gestalt bekannt.

	M.G.	Nach	STADION	Maafs
Chlor	1	35,4	38,7	Chlorgas 1
Sauerstoff	7	56,0	61,3	Sauerstoffgas 3,5
Oxydirte Chlorsäure	1	91,4	100,0	

**Verbindungen.** 1. *Wässrige oxydirte Chlorsäure.* Man erhält sie entweder nach dem unter 1. bei ihrer Bildung **Angeführten**, oder auch folgendermaassen: Man fügt nach und nach zu 2 Vitriolöl 1 gepulvertes chlorsaures Kali, erwärmt den entstandenen gelben Brei nach 24 Stunden gelinde im Wasserbade, bis er entfärbt ist und nicht mehr riecht; hierauf verdünnt man ihn mit kaltem Wasser, und bringt die Masse aufs Filtrum, auf welchem  $\frac{2}{32}$  des angewandten chlorsauren Kali's an oxydirtchlorsaurem Kali bleiben. Dieses Salz wird in einer tubulirten Retorte mit gleichviel Vitriolöl und Wasser übergossen und bis zu  $138^{\circ}$  erwärmt, wo zuerst Wasser, dann wässrige oxydirte Chlorsäure, und zuletzt leicht

ein wenig Chlor übergeht. Die Säure wird von anhängender Schwefel- und Salz-Säure durch Barytwasser und Siloxyd befreit, und durch behutsames Abdampfen concentrirt. STADION.

Farblose und geruchlose Flüssigkeit von stark und annehmlichem saurem Geschmack, lackmusröthend, ohne die Färbung zu zerstören. Verdampft bei ungefähr  $138^{\circ}$  unzersetzt. Weder durch das Sonnenlicht zersetzt, noch auch durch schweflige, Hydrothion- und Salz-Säure. STADION.

2. Mit salzfähigen Grundlagen zu oxydirtchlorsauren Salzen, die noch wenig bekannt sind. Die ox. Chlorsäure hat eine sehr grosse Affinität zu den Salzbasen. Die ox. chlorsauren Metalloxyde gehen ungefähr bei  $200^{\circ}$  unter Entwicklung des Sauerstoffs in Chlormetalle über; sie verpuffen schwach mit brennbaren Körpern; werden unter  $100^{\circ}$  von den stärksten Säuren, wie Schwefelsäure, nicht zersetzt. Sie sind zum Theil schwierig in Wasser löslich; sie fällen doch nicht die Blei- und Silber-Salze. STADION.

Dass die ox. Chlorsäure ihres grössern Gehalts an Sauerstoff ungeachtet in ihrer Verbindung mit Wasser oder Salzbasen schwieriger zersetzt wird, als die Chlorsäure, rührt ohne Zweifel daher, dass sie, als eine stärkere Säure, von Wasser und Salzbasen stärkerer Affinität gehalten wird.

### Chlor und Wasserstoff.

#### Salzsäure.

Kochsalzsäure, Seesalzsäure, Hydrochlorsäure, Acide muriatique, Acide hydrochlorique, Acidum muriaticum; und als Gas: salzsaures Gas, Gas acide muriatique, Gas acidum muriaticum. — Entsteht sich in Gasgestalt in den Dämpfen der Vulkane; mit Ammoniak, Kali, Natron, Kalk, Bittererde und Kupferoxyd im unorganischen, mit erstern 3 im organischen Reiche.

Bildung. 1. Ein Gemenge aus gleichen Maassen Chlor und Wasserstoff-Gas, dem Sonnenlichte ausgesetzt, verwandelt sich augenblicklich unter Feuerentwicklung und Verpuffung in salzsaures Gas; schwächer wirkendes Licht, wie Tageslicht, bewirkt langsame Vereinigung; im Dunkeln bleiben beide Gase unvereinigt. GAY-LUSSAC u. THÉNARD. — Häufig

lgt im Sonnenlicht keine rasche, sondern nur eine langsame Ver-  
zung; so gieng es BISCHOF (*Kastn. Arch.* 1, 443 u. in *s. Lehrb.*  
33) und mir besonders oft im Winter; selbst als BISCHOF die  
peratur des Sperrungswassers so sehr erhöhte, als es die Hand  
ertragen konnte, erfolgte in der Sonne bei heiterm Himmel im-  
ter keine Verpuffung. In andern Fällen erfolgte dieselbe schon  
Tageslichte; bei SILLIMAN (*Sill. amer. J.* 3, 343; auch *Phill.*  
1. 3, 153; auch *N. Tr.* 7, 2, 161), als der Himmel mit di-  
n Schneeflocken bedeckt war; bei mir, als ich an einem heitern  
amertage im Freien, im Schatten eines Hauses, die Gase zusam-  
ntreten liefs und das Glas eben in das Sonnenlicht bringen wollte.

Die Verpuffung durch das Sonnenlicht tritt ein, wenn das Gas-  
menge in weissem Glase eingeschlossen ist; unter dunkelblauem  
folgt die Verbindung ohne Explosion innerhalb einer Minute; un-  
rothem Glase gar nicht oder sehr langsam. SEEBECK. An  
em heitern Sommertage erfolgte bei BISCHOF die Verpuffung  
h hinter blauem Glase. Das Licht des indianischen Weifs-  
ers bewirkt nach SEEBECK Verpuffung; nach BISCHOF we-  
dieses, noch das Licht des auf 2 entgegengesetzten Seiten  
Gasgemenge in Sauerstoffgas verbrennenden Phosphors. BRANDE  
*Ann. Chim. Phys.* 19, 205) bewirkte die Verbindung, oft  
st mit Explosion, durch das lebhafte Licht der die Kette  
Voltaischen Säule schliessenden Kohle, nicht durch das Licht,  
sich beim Verbrennen des ölerzeugenden Gases entwickelte. —  
ch wenn man in das Gemenge einen bis zu 150° erhitzten  
gelstein, oder einen flammenden Körper bringt, oder wenn  
das Gemenge durch eine glühende Röhre leitet, oder  
in man durch dasselbe den elektrischen Funken schlagen  
t, so findet die Vereinigung unter heftiger Explosion statt.  
LUSSAC u. THÉNARD. — Die Verpuffung durch den elektri-  
en Funken zeigt sich noch bei 24facher Verdünnung als ein blitz-  
iches Leuchten; auch wenn zu 1 Maafs des Gemenges 18 M.  
erstoffgas beigefügt sind, ist es auf diese Art noch entzündlich.  
17.

2. Das Chlor zersetzt vermöge seiner grossen Affinität  
1 Wasserstoff alle Wasserstoffverbindungen, mit deren  
asserstoff es sich zu Salzsäure vereinigt. Das Wasser zer-  
st es jedoch nicht im Dunkeln, dagegen im Lichte, schon  
Tageslichte, und in der Glühhitze (indem man Chlorgas  
Wasserdampf durch eine glühende Porcellanröhre leitet),  
erstoffgas entwickelnd. Ist neben Chlor und Wasser noch  
Körper gegeben, der einige Affinität gegen den Sauer-

stoff des Wassers hat, z. B. Boron, Phosphor, Schwefel, Selen, Iod, viele Metalle und organische Stoffe (vermöge ihres Gehalts an Kohlenstoff), so erfolgt die Zersetzung des Wassers und die Bildung von Salzsäure sehr leicht. Das Chlor verbindet sich schon bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Wasserstoff des Boron-, Phosphor- und Arsenik-Wasserstoffgases, der Hydrothion- und Hydriod-Säure, des Ammoniaks und vieler organischer Verbindungen, wie des Weingeistes, Aethers, flüchtigen Oels, Fetts und Harzes; das erzeugende Gas zersetzt es nur bei höherer Temperatur; das Kohlenwasserstoffgas am Sonnenlichte mit Verpuffung. GAY-LUSSAC u. THÉNARD.

Darstellung. 1. In tropfbarer Gestalt. S. 144.

2. Als Gas. 2 Kochsalz werden mit  $1\frac{1}{2}$  Vitriolöl in einem Gasentwicklungsapparate zusammengebracht und allmählich gelinde erhitzt; das Gas wird über Quecksilber aufgefangen.

Eigenschaften. Im tropfbaren Zustande farblose Flüssigkeit, an lichtbrechender Kraft der tropfbaren Kohlensäure gleichkommend. — Spannung, spec. Gew. und lichtbrechende Kraft des Gases S. 124, 137 u. 139. Das Gas ist farblos. Es raucht an der feuchten Luft; riecht eigenthümlich erstickend, nicht athembar. Macht Entzündung und Jucken der Haut. Röthet stark Lackmus. Nicht brennbar; löscht brennende Lichter aus, doch zeigen sie vor dem Verlöschen eine grüne Flamme.

M.G.				Maafs sp.Gew.	
Chlor	1	35,4	97,25	Chlorgas	1 2,453.
Wasserstoff	1	1	2,5	Wasserstoffgas	1 0,0693
Salzsäure	1	36,4	100,0	Salzsaures Gas	2 1,2618

Zersetzungen. 1. Durch fortgesetztes Hindurchschlagen elektrischer Funken kann man höchstens  $\frac{1}{35}$  des Gases in Chlorgas und Wasserstoffgas zerlegen. HENRY. — 2. Salzsaures Gas, mit Sauerstoffgas gemengt, bildet durch Elektrisiren Wasser und Chlorgas. — 3. Metalle, namentlich Lithium bei der gewöhnlichen Temperatur, Zink, Zinn u. s. w. in der Hitze, Quecksilber, besonders beim Elektrisiren, zer-

das salzsaure Gas in Chlormetall und in 0,5 Maafs Was-  
 fgas. — 4. Die Oxyde des Kaliums, Baryums, Stron-  
 Calciums, Magniums, Eisens, Bleis, Silbers und Queck-  
 bilden mit Salzsäure Wasser und Chlormetall, letztere  
 gewöhnlicher, die übrigen erst bei höherer Tempera-  
 taryt und Strontian nach CUEVREUL (*Ann. Chim.* 84, 285)  
 Erglühen, Kalk unter starker Wärmeentwicklung. Mit  
 oxyden, wie Braunstein, zersetzt sich das salzsaure Gas  
 lormetall und freies Chlor, weil der überschüssige Sau-  
 f des Hyperoxyds aus der Salzsäure mehr Wasserstoff  
 nmt, und Chlor frei macht, als sich Chlor mit dem Me-  
 erbinden kann. — Kohle und andere nicht metallische Stoffe  
 auf die Salzsäure bei keiner Temperatur eine zersetzende  
 ng.

Verbindungen. a. Mit Wasser: *Wässrige Salzsäure, liquide  
 ure, Salzgeist, saurer Salzgeist, rauchender Salzgeist, Spi-  
 alis acidus, fumans.*

Das salzsaure Gas verdichtet sich mit dem Wasserdampf  
 uft zu Nebeln wässriger Salzsäure; es wird schnell vom  
 unter Schmelzung desselben verschluckt; noch schneller  
 Wasser, unter beträchtlicher Wärmeentwicklung. Das  
 er absorbiert nicht ganz ein gleiches Gewicht salzsauren  
 ; nach DAVY absorbiert 1 Maafs Wasser bei gewöhnli-  
 Temperatur 480 Maafse Gas, und erhält dadurch ein  
 Gewicht von 1,2109.

Man erhält die wässrige Salzsäure am besten, wenn man  
 nem im Sandbade befindlichen Glaskolben 6 Kochsalz  
 inem kaltgewordenen Gemisch aus 5 bis 6,4 Vitriolöl  
 GEIGER, *N. Tr.* 3, 1, 462 u. 4, 2, 462) und 1 Wasser  
 gießt, das salzsaure Gas durch Erhitzen bis zur Tro-  
 und bis zum anfangenden Glühen entwickelt, und mit  
 Verbindungsrohren durch 3 mit kaltem Wasser umge-  
 Woulfe'sche Flaschen leitet, von denen die erste nur  
 ; Wasser enthält, während die 2 andern mit reinem  
 er zur Hälfte gefüllt sind. Die in der ersten Flasche ge-  
 alte Salzsäure enthält Eisenoxyd; die übrigen 2 Flaschen ent-



halten höchst reine wässrige Salzsäure. Enthalten die Flaschen sammen nur soviel Wasser, wie das angewandte Kochsalz bet so wird die wässrige Salzsäure sehr concentrirt. Im Großen dient man sich zur Entwicklung der Salzsäure gußeiserner, Thon überzogener Gefäße, wodurch Verunreinigung mit E schwefliger Säure und einem stinkenden öligen Wesen erfolgen

Die wässrige Salzsäure ist farblos, wenn sie nicht eine Spur von Eisenoxyd gelb gefärbt ist. Sie gefriert unter dem Gefrierpuncte des Quecksilbers zu einer butterartigen Masse. Lichtbrechende Kraft, die des Wassers = gesetzt, bei Salzsäure von 1,055 spec. Gewicht = 1,0 bei 1,087 spec. Gewicht = 1,088; bei 1,121 spec. Gew = 1,121; bei 1,146 spec. Gewicht = 1,138 und bei 1,180 spec. Gewicht = 1,180; also nimmt sie mit der Dichtigkeit in einem geraden einfachen Verhältnisse zu. CRIGHTON (S. 17, 182). In concentrirtem Zustande raucht sie an der Luft, sie kocht um so leichter, je concentrirter sie ist, indem ein Theil des salzsauren Gases aus ihr entwickelt; bei geringer Concentration siedet sie dagegen schwieriger als Wasser. Eine starke Säure wird durch Kochen schwächer, eine schwache stärker, und am Ende ist der Rückstand von beiden der Stärke nach gleich. DALTON. — Schmeckt sauer, wirkt wenig ätzend. Riecht rein stechend sauer, jedoch bei Verunreinigung mit Eisen safranartig. — In der Voltaschen Säule entwickelt sie am negativen Pol Wasserstoffgas, am positiven Chlor.

Gehalt der wässrigen Salzsäure an *salzsaurem Gase*, bei 2 nach EDM. DAVY.

Spec. Gew.	Proc. des salzs. Gases.	Spec. Gew.	Proc. des salzs. Gases.
1,21	42,43	1,11	20,3
1,20	40,80	1,10	20,20
1,19	38,38	1,09	18,18
1,18	36,36	1,08	16,16
1,17	34,34	1,07	14,14
1,16	32,32	1,06	12,12
1,15	30,30	1,05	10,10
1,14	28,28	1,04	8,08
1,13	26,26	1,03	6,06
1,12	24,24	1,02	4,04
		1,01	2,02

der wässrigen Salzsäure an *hypothetisch trockener Salzsäure* \*).

(IRWAN u. DALTON.

Nach URE, im Auszug.

Säure- procente.	Sied- punct.	Spec. Gew.	Säure- procente.	Spec. Gew.	Säure- procente.
25,6	49° ?	1,1920	28,30	1,0999	14,72
23,4	65 ?	1,1863	27,15	1,0911	13,87
21,6	76	1,1808	26,60	1,0883	13,02
20,0	87	1,1753	25,75	1,0823	12,17
18,7	100	1,1698	24,90	1,0765	11,32
17,5	103	1,1642	24,05	1,0707	10,47
16,4	105	1,1587	23,20	1,0649	9,62
15,5	109	1,1531	22,36	1,0596	8,77
12,1	111	1,1471	21,51	1,0533	7,92
9,91	109	1,1410	20,66	1,0477	7,07
8,40	107	1,1351	19,81	1,0399	6,94
6,19	105	1,1293	18,96	1,0304	4,53
5,21	104	1,1233	18,11	1,0209	3,11
2,65	102	1,1173	17,26	1,0133	1,98
1,36	101	1,1115	16,41	1,0095	1,41
		1,1058	15,56	1,0010	0,28

Die wässrige Salzsäure ist mit Wasserstoffhyperoxyd  
vermischbar. S. 241. — c. Sie löst etwas Boron auf.

Mit den salzfähigen Grundlagen vereinigt sich die Salzsäure zu den *salzsauren Salzen*, *Muriates*, *Hydrochlorates*. Man erhält sie: 1. durch Zusammenbringen der Salzsäure mit einer Base; 2. eines Chlormetalls mit Wasser. 3. Durch Auflösen anorganischer Metalle in wässriger Salzsäure, wobei sich Wasserstoffgas entwickelt. Einige Metalloxyde, wie Silberoxyd und Kupferoxydul, können keine neutrale salzsaure Salze erzeugen, sondern sie zersetzen sich mit Salzsäure bei der gewöhnlichen Temperatur in Wasser und Chlormetalle. In der Hitze sublimiren sich auch die einfach-salzsauren Salze (Salmiak), oder sie zerfallen in salzsaures Gas und zurückbleibende Basis (salzsaure Auerde), oder sie zersetzen sich in Wasser und Chlorwasser (salzsaurer Kalk); letzteres findet zuweilen schon bei der Crystallisation statt, so daß man dergleichen salzsaure Salze auch im flüssigen Zustande kennt (salzsaures Natron). Die basischen salzsauren Salze verwandeln sich gewöhnlich beim Erhitzen, unter Entwicklung von Wasser, in eine Verbindung

4 hypoth. trockene Salzsäure sind = 36,4 salzsaurem Gas.

von Metalloxyd mit Chlormetall. Schwefelsäure und Salp säure trennen die Salzsäure von den leichten Metalloxyden ab; gegen mehrere schwere hat dagegen die Salzsäure größere, oft die größte Affinität; doch scheidet das Ölöl nach VOGEL die Salzsäure vom Kobalt- und Zink- und vom Mangan-, Zinn- und Eisen-Oxydul schon in Kälte, und vom Antimon-, Wismuth- und Kupfer-Oxyd in Hitze. In höherer Temperatur werden die salzsauren Salze auch durch Phosphorsäure und Boraxsäure zerlegt. — einfach-salzsauren Salze sind sämmtlich in Wasser, meist auch in Weingeist auflöslich; ihre Auflösungen geben aufgelösten Silberoxyd- und Quecksilberoxydul-Salzen weisse, käsige, nicht in Salpetersäure lösliche Niederschläge. — basischen salzsauren Salze sind meistens in Wasser unlöslich.

e. Mit einigen organischen Stoffen, wie Weingeist, Terpenthinöl u. s. w.

#### Chlor und Kohlenstoff.

Kohle übt selbst in der Glühhitze keine Wirkung auf Chlor, ausser sofern ein geringer Gehalt an Wasserstoff anfangs etwas Salzsäure erzeugt. GAY-LUSSAC u. THÉNARD und Dumas. Nur auf indirectem Wege lassen sich Verbindungen von Chlor und Kohlenstoff bewerkstelligen.

#### A. Halb-Chlor-Kohlenstoff.

Wenn JULIN Salpetersäure bereitete durch Destillation Salpeter mit einem besondern, schwefelkieshaltenden, aus dem Wasser des Fahluner Bergwerks erhaltenen Eisenvitriol in einer eiser Retorte, so erhielt er in der ersten Röhre Schwefel, in der zweiten einige Grane kleine federartige Krystalle der hier zu betrachtenden Materie, welche vom beigemengten Schwefel und schwefelsauren und salzsauren Ammoniak durch Kochen mit Kali, Auswaschen, Trocknen und Sublimiren gereinigt wurde.

Eigenschaften. Weiss, zarte, wie es scheint, 4seitige Nadeln. Langsam in Wasser niedersinkend. Schmilzt, kocht und sublimirt sich zwischen 175 und 200°; sublimirt sich ohne zu schmelzen, in langen Nadeln, bei 120°. Riecht eigenthümlich, etwas nach Wallrath; geschmacklos.

	M.G.		Phillips u. Faraday
Kohlenstoff	2	12,0	25,32
Chlor	1	35,5	71,68
Halb Chlor Kohlenstoff	1	37,5	100,00
			96,65

Zersetzungen. 1. Der Halb-Chlor-Kohlenstoff, durch eine glühende, mit Bergkrystallstücken gefüllte Porcellanröhre in Ampfornform geleitet, zerfällt in sich absetzende Kohle und zergehendes Chlorgas. PHILLIPS u. FARADAY. — 2. Er brennt am Kerzenlicht mit grünblauer Flamme und schwachem Geruch nach Chlor, und verlöscht bei der Entfernung vom Licht. JULIN. Der mit Sauerstoffgas gemengte Dampf desselben zerpufft über Quecksilber durch den elektrischen Funken, in Verkleinerung des Umfangs des Sauerstoffgases, zu kohlen-sauerem Gas und zu Chlorquecksilber; bei zu wenig Sauerstoffgas Erweiterung durch Bildung von Kohlenoxydgas. PHILLIPS u. FARADAY. — 3. 9 Gran engl., mit Kupferoxyd gegläht, bildet Chlorkupfer, metallisches Kupfer und 5,7 Würfelzoll kohlen-saures Gas. PHILLIPS u. FARADAY. — 4. 1 Chlor-Kohlenstoff, in Dampfform durch eine Kalk-haltende Glasröhre geleitet, bildet unter Absatz von Kohle (und Erzeugung von kohlen-saurem Kalk? Gm.) Chlorcalcium, dessen Chlor hinreichend, um 2,95 Hornsilber zu erzeugen. PHILLIPS u. FARADAY. — 5. Erhitztes Kalium verbrennt im Dampfe dieses Kohlenstoffes mit lebhafter Flamme zu Chlorkalium, wobei die Kohle abgesetzt wird. Auch Phosphor, Eisen und Zinn scheiden sich aus dem Dampfe in der Glühhitze Kohle ab, das Chlor aufnehmend. JULIN. — Wird durch Salpetersäure, Schwefelsäure und Salzsäure und durch kochendes wässriges Kali weder zersetzt, noch verändert. Verändert sich nicht im Chlorgas, auch nicht beim Glühen bei Einwirkung des Sonnenlichts. JULIN.

Verbindungen. Unauflöslich in kaltem und heißem Wasser. JULIN.

In Weingeist, Aether und Terpenthinöl löslich.

### B. Einfach - Chlor - Kohlenstoff.

Darstellung. Man leitet den Anderthalb-Chlor-Kohlenstoff lang-sam durch eine mit Porcellanstücken gefüllte glühende Porcellan-röhre. Diese steht mit einer 3mal auf- und niedergebogenen,

mit den unteren Knien in Wasser befindlichen, Glasröhre in Verbindung, in welcher sich der Dampf verdichtet. Um die Flüssigkeit vom lose beigemischten Chlor zu befreien, destillirt man wiederholt aus einer Biegung der von der Porcellanröhre getrennten und an diesem Ende verschlossenen Glasröhre in die andere. Um sie endlich vom unzersetzt gebliebenen Anderthalb - Chlor - Kohlenstoff zu trennen, erhitzt man bis ihre Dämpfe alle Luft aus der Röhre getrieben haben; hierauf verschliesst man das noch offene Ende derselben, läßt erkalten, und bewirkt durch ganz schwache Erwärmung der Flüssigkeit, daß bloß der Einfach-Chlor-Kohlenstoff in der einen Richtung hin übergeht, während der Anderthalb-Chlorkohlenstoff zurückbleibt. — Der Einfach-Chlorkohlenstoff ist rein, wenn ein Tropfen desselben an der Luft keinen Rückstand verdampft.

**Eigenschaften.** Wasserhelle tropfbare Flüssigkeit von 1. spec. Gewicht, nach WOLLASTON von einer lichtbrechenden Kraft = 1,4875; nicht die Elektricität leitend. Gefrierpunkt noch nicht bei  $-18^{\circ}$ ; siedet bei  $71$  bis  $77^{\circ}$ .

	M.G.	Nach Faraday	
Kohlenstoff	1	6	14.5
Chlor	1	35.4	85.5
Einfach - Chlor - Kohlenstoff	1	41.4	100.0

**Zersetzungen.** 1. Durch eine glühende Röhre geleitet, welche mit Stücken von Bergkrystall gefüllt ist, zerfällt zum Theil in sich absetzende Kohle und sich entwickelndes Chlorgas. — 2. Er verbrennt nicht, für sich erhitzt, dagegen in der Weingeistflamme mit lebhafter gelber Flamme und unter Bildung von Salzsäure. — 3. Sein mit Wasserstoffgas gemengter Dampf, durch eine glühende Röhre geleitet, zerfällt, unter Feuerentwicklung, in salzsaures Gas und abgesetzte Kohle; elektrische Funken, wiederholt durch die Gemenge geschlagen, bewirken dieselbe Zersetzung. In Luft, mit dem Dampfe des Einfach-Chlorkohlenstoffs befeuchtet, zerfällt durch den elektrischen Funken, unter Verpuffen zu Kohlenoxyd, von einem dem vorhanden gewesenen W

stoffgas gleichen, und in salzsaures Gas, von doppeltem An- fange. — 4. Kalium wirkt in der Kälte nicht ein; im mpfe des Chlorkohlenstoffs erhitzt, verbrennt es mit leb- stem Lichte, unter Absatz der Kohle, zu Chlorkalium. Aehn- h verhalten sich viele andere Metalle. — 5. Der Dampf, er glühenden Baryt geleitet, erzeugt unter lebhafter Feuer- twicklung Chlorbaryum, Kohlensäure und ein wenig Kohle.

Unzersetzbar durch Salpeter-, Schwefel- und Salz-Säure, und ch nicht darin löslich.

Verbindungen. Nicht löslich in Wasser, wässrigen Säuren und ässrigen Alkalien.

a. Er löst das Iod bei gewöhnlicher Temperatur mit böner rother Farbe auf, ohne weitere Veränderung.

b. Er verschluckt reichlich Chlorgas und färbt sich gelb. ese Verbindung verwandelt sich nicht am Tageslichte, aber Sonnenlichte in Anderthalb-Chlor-Kohlenstoff. FARADAY.

c. Er ist in Weingeist, Aether und flüchtigen und fet- i Oelen löslich. FARADAY.

### C. *Anderthalb-Chlor-Kohlenstoff.*

Bildung. 1. Beim Aussetzen des mit Chlorgas gesättigten infach-Chlor-Kohlenstoffs an das Sonnenlicht. — 2. Beim inwirken von Chlorgas auf das Oel des ölerzeugenden Gases n Sonnenlicht, oder, langsamer, im Tageslicht. Starkes Lam- entlicht reicht hierzu nicht hin. Hat sich aus 1 Maafs ölerzeugen- em Gas und 1 Maafs Chlorgas Oel erzeugt, so sind zu dessen umwandlung in Anderthalb-Chlor-Kohlenstoff noch 4 M. Chlorgas öthig; es verbinden sich nämlich 2 M. Chlorgas mit 2 M. Was- erstoffgas zu 4 M. salzsaurem Gas und 3 M. Chlorgas mit den 2 L. Kohlenstoffdampf, die in 1 M. ölbildendem Gas anzunehmen led, zu Anderthalb-Chlorkohlenstoff.

Darstellung. Man setzt das Oel des ölbildenden Gases in einem mit Chlorgas gefüllten Glasgefäße dem Sonnenlichte us, nimmt das nach einiger Zeit gebildete salzsaure Gas durch kleine Mengen Wasser hinweg, und erneuert das Chlor- gas so oft, als es noch verändert wird. Man reinigt den ge- bildeten Chlorkohlenstoff durch Waschen mit Wasser von abhängender wässriger Salzsäure, preßt ihn zwischen Fließ-

papier aus, sublimirt ihn, löst das Sublimat in Weing und schlägt es daraus durch Kali-haltendes Wasser nie wodurch die noch anhängende Salzsäure entzogen wird. Es auf wird wieder mit Wasser gewaschen, zwischen Fließpapier ausgepresst und getrocknet.

Eigenschaften. Gerade rhombische Säule mit Winkeln Seitenkanten von  $122^\circ$  u.  $58^\circ$ ; die scharfen Seitenkanten spitzen Ecken abgestumpft. Kein Blätterdurchgang. Basen Oeflers-dendritisch. Von ungefähr 2,0 spec. Gewicht; der Härte des Zuckers, leicht zu pulvern und dann dem stoßenen Zucker gleichend. Durchsichtig, farblos. Lichtbrechende Kraft  $= 1,5767$ . Leitet nicht die Electricität. Schmilzt bei  $160^\circ$ , und siedet bei  $182^\circ$ , sich krystallin sublimirend; verdampft jedoch an der Luft schon bei gewöhnlicher Temperatur. Riecht stark gewürzhaltig, campherartig; zeigt einen kaum merklichen Geschmack.

	M.G.	Nach Faraday
Kohlenstoff	1	6
Chlor	$1\frac{1}{2}$	53,1
Anderthalb-Chlor-Kohlenstoff	1	59,1
		100,00

Zersetzungen. 1. Der Anderthalb-Chlor-Kohlenstoff zerfällt bei wiederholter Destillation oder bei einmaligem Durchleiten seines Dampfes durch eine glühende Röhre in Einfach-Chlor-Kohlenstoff und in freies Chlorgas. — 2. In der Weingeistflamme verbrennt er mit rother Flamme und Bildung von Salzsäuredämpfen; beim Entfernen von der Flamme verlischt er; in Sauerstoffgas läßt er sich für sich entzünden, und brennt zuweilen mit Glanz; sein mit Sauerstoffgas gemengter Dampf wird selbst bei  $200^\circ$  durch den elektrischen Funken nicht entzündet, dagegen zerfällt er damit, durch eine glühende Röhre geleitet, in Chlor-, kohlensaures, Kohlenoxyd- und Phosgen-Gas. — 3. Sein mit Wasserstoffgas gemengter Dampf wird selbst bei  $200^\circ$  nicht durch den elektrischen Funken entzündet, aber beim Hindurchleiten durch eine glühende Röhre erzeugt er, unter Absatz von Kohle, salzsauer Gas. — 4. Er schmilzt bei mäßiger Wärme mit Iod zusammen.



1, tritt bei höherer  $\frac{1}{2}$  M.G. Chlor an dasselbe ab, und bildet Chloriod und Einfach-Chlor-Kohlenstoff. Dem Iod ähnlich wirken Schwefel und Phosphor. Kohle scheint ohne Wirkung. — 5. Fast alle Metalle, in seinem Dampfe erhitzt, das Kalium unter glänzender Verbrennung, werden zu Chlorometallen unter Abscheidung der Kohle. — 6. Der überhitzten Baryt, Strontian oder Kalk (Bittererde bleibt unverändert) geleitete Dampf bildet, unter Feuerentwicklung einen Absatz von Kohle, Chlormetall und kohlensaures Alkali; Zink- und Blei-Oxyd erzeugt der Dampf unter diesen Umständen Chlormetall, und kohlensaures und Kohlenoxyd-Gas (bei Zink zuweilen auch etwas Phosgengas); mit Zinn-, Eisen- und Quecksilber-Oxyd und mit Bleihyperoxyd bloß Chlorometall und kohlensaures Gas. — Unzersetzbar durch kalte verdünnte Schwefelsäure, Salpetersäure und wässriges Kali; seine Lösungen in Salpetersäure, Weingeist u. s. w. fallen nicht das salpetersaure Silber.

**Verbindungen.** a. Höchst wenig in Wasser löslich; in kohligen Alkalien nicht reichlicher, als in Wasser.

b. In Salpetersäure löslich. — c. In Weingeist, Aether und flüchtigen und fetten Oelen löslich. FARADAY.

### D. P h o s g e n.

*Acide chloroxi-carbonique, Phosgengas, Gas chloroxi-carbonique.*

**Bildung und Darstellung.** Chlorgas, mit einem gleichen Masse Kohlenoxydgas in einem luftleer gepumpten Gefäße vollkommen trockenem Zustande gemengt, zeigt im Dunkeln keine Einwirkung auf dasselbe, vereinigt sich aber mit demselben im Tageslicht in einigen Stunden, im Sonnenlicht in wenigen Minuten, zu einer Gasart von der Hälfte des vorigen Volumens. J. DAVY.

**Eigenschaften.** Farbloses Gas. Spec. Gewicht und lichtbrechende Kraft S. 137 u. 139. Raucht nicht an der Luft; riecht sehr unangenehm und erstickender, als Chlorgas; macht Tränen der Augen; röthet feuchtes Lackmuspapier. J. DAVY.

Nach J. DAVY.

M.G.				Maafs sp.Gew.		
Kohlenoxyd	1	14	28,34	Kohlenoxydgas	1	0,9706
Chlor	1	35,4	71,66	Chlorgas	1	2,4543
Phosgen	1	49,4	100,00	Phosgengas	1	3,4149

**Zersetzungen.** 1. Weder mit Sauerstoffgas, noch mit Wasserstoffgas gemengt, läßt es sich durch den elektrischen Funken detoniren; hingegen mit  $\frac{1}{2}$  Maafs Sauerstoffgas und 1 Wasserstoffgas zugleich gemengt, verpufft es lebhaft durch den elektrischen Funken zu Salzsäure und Kohlensäure. Wasser bringt rasch (nach SERULLAS, *Ann. Chim. Phys.* 22, 18) nur langsam) dieselbe Zersetzung hervor. — 2. Kalium wandelt sich in diesem Gase, indem ein Theil des Kaliums das Chlor aufnimmt, der andere Theil den Sauerstoff des Kohlenoxyds, ohne Feuererscheinung in Chlorkalium, und Kohlenoxyd unter Abscheidung von Kohle und gänzlicher Vernichtung des Gases. — 3. Erhitztes Arsenik, Antimon, Zink und Zinn werden in diesem Gase ohne Feuerentwicklung zu Chlormetallen, unter Abscheidung eines, dem zersetzten Phosgen gleichem, Umfangs Kohlenoxydgas. — 4. Zinkoxyd bildet, in Phosgengas erhitzt, indem es dem Kohlenoxyd das Chlor entzieht und dafür seinen Sauerstoff an dasselbe abtritt, Chlorzink und kohlensaures Gas von unverändertem Umfange. Antimonoxydul bildet Chlorantimon und antimonige oder Antimon-Säure, und Kohlenoxydgas bleibt. — Phosphor und Schwefel, in dem Phosgengase sublimirt, wirken nicht auf dasselbe ein. J. DAVY.

**Verbindungen.** a. Mit Chlorschwefel. — b. Mit Ammoniak. — c. Mit Chlorarsenik. — d. Mit Weingeist.

### *E. Oel des ölerzeugenden Gases.*

**Bildung.** Chlorgas, bei gewöhnlicher Temperatur mit Kohlenoxydgas gemengt, verdichtet sich sowohl im Hellen, als im Dunkeln allmählig damit zu diesem Oele, die beiden Gase vollkommen trocken, oder wasserhaltig. Die Verbindung beider Gase erfolgt nach verschiedenen Verhältnissen.

**a. Oel mit geringerem Gehalt an Chlor.** — Dar-  
ung. Man leitet ungefähr gleiche Maasse Oelgas und Chlor-  
in größeren Mengen in einen Ballon, in welchem die  
älige Verdichtung zu Oel erfolgt. Demselben entzieht  
durch Waschen mit wenig Wasser das überschüssige  
or; es erscheint jetzt trübe und perlgrau wegen Gehalts  
Wasser, welches man durch Destillation über Chlorcal-  
m entzieht.

**Eigenschaften.** Farbloses klares Oel, bei 7° von 1,2201  
ec. Gewicht; kocht nach COLIN u. ROBIQUET bei 66,7°, nach  
ESPRETS (*Ann. Chim. Phys.* 21, 154) bei 85,85°; die Span-  
ng seines Dampfes beträgt bei 9,3° 0,06265 Meter, COLIN  
ROBIQUET, bei 12,17° 0,0558 M. DESPRETS; spec. Gewicht  
Dampfes S. 137. Röthet nicht Lackmus, riecht angenehm,  
Salznaphtha ähnlich, schmeckt süß, gewürzhaft.

	M.G.			Maass sp.Gew.	
Kohlenstoff	2	12	24,3	Oelgas	1 0,9-06
Wasserstoff	2	2	4,1		
Chlor	1	35,4	1,6	Chlorgas	1 2,1543
Oel	1	49,4	100,0	Oeldampf	1 3,4249

**Zersetzungen.** 1. Durch eine weißglühende, mit Porcel-  
stücken gefüllte Röhre geleitet, zerfällt es in sich an die  
hre absetzende Kohle und in ein Gemenge von salzsaurem  
d brennbarem Gas. 100 Maasse dieses Gemenges halten  
1,39 salzsaures und 38,61 brennbares Gas. Letzteres scheint  
in Gemenge von Wasserstoffgas und Kohlenwasserstoffgas  
seyn. — 2. Das Oel läßt sich durch einen flammenden  
örper entzünden; es verbrennt mit grüner Flamme unter  
satz von Ruß und Entwicklung erstickender salzsaurer  
ämpfe. — 3. Durch rothglühendes Kupferoxyd in Dampf-  
stalt geleitet, liefert es metallisches Kupfer, Chlorkupfer  
d kohlensaures Gas, noch mit etwas unzersetztem Kohlen-  
wasserstoffgas gemengt. — 4. Ammoniakgas, mit dem Dampfe  
des Oels gemengt, verdichtet sich unter Abscheidung  
brennbaren Gases (und Stickgases?) zu salzsaurem Ammo-  
niak; auf das kalte liquide Oel wirkt das Ammoniakgas nicht  
n. COLIN u. ROBIQUET.

**Verbindungen.** Das Oel ist ein wenig in Wasser und wässrigen Alkalien, besonders in Ammoniak, Kali, Natrium löslich. In den alkalischen Lösungen erzeugt sich nach einigen Tagen Salzsäure ohne Gasentwicklung, und ohne Abscheidung von Kohle, jedoch zuweilen unter Bildung von etwas Kieselsäure. COLIN u. ROBIQUET.

*b. Oel mit größtem Chlorgehalt.* — Wir erhalten, wenn man ungefähr 2 Maasse Chlorgas mit 1 Oelgas zusammentreten läßt; auch beim Zusammenbringen der Verbindung a. mit Chlorgas, wo noch beträchtliche Absorption von Chlor erfolgt.

Grünlichgelbes Oel, verbreitet widrige, erstickende, Dämpfe, schmeckt ätzend und metallisch. — Tritt an der Oberfläche das überschüssige Chlor nebst Salzsäure ab. COLIN u. ROBIQUET.

#### Chlor und Boron.

##### A. Chlorboron, Chlorboron-Gas.

**Bildung u. Darstellung.** Sehr reines, sehr scharf getrocknetes Boron wirkt nur in der Hitze auf Chlorgas, und brennt darin zu einem neuen Gase, welches durch Ablassen über Quecksilber vom unverbundenen Chlorgas befreit wird.

**Eigenschaften.** Farbloses Gas; riecht, durch die verdünnte Salzsäure, stechend sauer; erregt an der Luft schwachen weißen Nebel, wie Fluorborongas.

	M.G.		Nach Berzelius's Berechnung	
Boron	1	20	8,606	9,257
Chlor	6	212,4	91,394	90,743
Chlor-Boron	1	232,4	100,000	100,000

Das Gas wird schnell, aber nicht augenblicklich, in Wasser verschluckt, und zersetzt sich damit in Salzsäure in Borax-Säure; bei wenig Wasser setzt sich letztere auf der Oberfläche in fester Gestalt ab. — Es verbindet sich mit Ammoniak, und ist vom Weingeist verschluckbar. BERZELIUS.

*B. Salzsäures Boron.*

Wässrige Salzsäure, über Boron gekocht, löst sehr we-  
davon auf, und färbt sich blafsgrünlich.

Chlor und Phosphor.

*A. Anderthalb - Chlorphosphor.*

*Chlorphosphor im Minimum, Protochlorure de phosphore.*

**Bildung.** 1. Der Phosphor entzündet sich im Chlorgas  
i der gewöhnlichen Temperatur mit blassem grünlichen  
chte und unter Funkenwerfen, und bildet mit ihm, je nach  
m Verhältnisse, Chlorphosphor im Maximum oder im Mi-  
num. — 2. Der Phosphor entzieht das Chlor dem Queck-  
ber. — 3. Auch bei heftigem Glühen des Phosphorglases  
: Kochsalz scheint sich etwas Chlorphosphor im Minimum  
bilden. GAY-LUSSAC u. THÉNARD.

**Darstellung.** 1. Phosphordampf wird durch in einer Röhre  
itztes Calomel oder Quecksilbersublimat geleitet. — Das  
phlossene Ende der Röhre hält den Phosphor, der mittlere Theil  
Calomel, das offene Ende ist mit einer abgekühlten Vorlage  
unden. Durch Destillation läfst sich diese Flüssigkeit nach BER-  
rus und DULONG (jedoch nach DAVY nicht vollständig) vom  
schüssigen Phosphor befreien. — 2. Man leitet Chlorgas  
sam zuerst in eine leere erkältete Flasche, dann durch  
s mit Chlorealcium gefüllte Röhre, dann in eine Phosphor  
haltende und gelind erwärmte tubulirte Retorte, aus wel-  
r der Anderthalb - Chlorphosphor im Verhältnisse, als er  
bildet, in die Vorlage überdestillirt.

**Eigenschaften.** Wasserheller, sehr dünnflüssiger Körper,  
1,45 spec. Gewicht. Sehr flüchtig, läfst sich leicht de-  
iren; leitet nicht die Elektricität. Bildet an der Luft  
fse Nebel; riecht heftig, der Salzsäure ähnlich; röthet  
it trocknes Lackmuspapier.

	M.G.	D a v y		Berzel.
		früher	später	
Phosphor	1 16	23,15	23 26,3	23
Chlor	1,5 53,1	76,85	77 73,7	77
Chlorphosphor im Min.	1 69,1	100,00	100 100,0	100

**Zersetzungen.** 1. Sein Dampf verbrennt in der Re flamme. DAVY. — 2. Mit Wasser bildet er schnell Erhitzung Salzsäure und phosphorige Säure. DAVY. — 3. hende Eisenfeile erzeugt damit Chloreisen und Phosphor. GAY-LUSSAC u. THÉNARD. Kalium verbrennt in s Dämpfen mit lebhaftem Glanze. DAVY. — 4. Ammoniak z daraus Drittheil-Chlorphosphor auf und scheidet den gen Phosphor ab.

Der Anderthalb-Chlorphosphor löst in der Wärme ein wenig Phosphor auf, und erhält dadurch die Eigenschaft an der Luft ein Phosphorhäutchen abzusetzen, auf P geschüttet, sich von selbst an ihr zu entzünden, DAVY, sich mit Wasser in Salzsäure, phosphorige Säure u farblosen durchsichtigen Phosphor zu zersetzen, der näckig Chlor zurückhält. BERZELIUS.

### B. Drittheil - Chlorphosphor.

*Chlorphosphor im Maximum, Deutochlorure de phosphore*  
**Bildung u. Darstellung.** 1. Durch Verbrennen des Phosphors in einer gröfseren Menge trockenen Chlorgases, besten in einer Flasche des Woulfe'sohen Apparats oder einer nicht erwärmten tubulirten Retorte. — 2. Indem Chlorphosphor im Minimum mit Chlorgas zusammenbringt

**Eigenschaften.** Schneeweifses Pulver, welches bei 100° verdampft, sich bei verstärktem äufsern Druck schmelzen läfst, und dann beim Erkalten in durchsichtigen Säulen krystallisirt. Leitet nicht die Elektricität. Raucht an Luft; röthet (nach BERZELIUS's Vermuthung, weil sich d. den Wasserstoff und Sauerstoff des Papiers Salz- und Phosphorsäure erzeugt) trockenes Lackmuspapier. DAVY.

	M.G.			Davy Dulong Berz		
Phosphor	1	16	15,3	13	15,4	15,3
Chlor	2,5	88,5	84,7	87	84,6	84,6
Chlorphosphor im Max.	1	104,5	100,0	100	100,0	100,0

**Zersetzungen.** 1. An der Kerzenflamme erzeugt er Feuer; leitet man seinen Dampf mit Sauerstoffgas durch

glühende Porcellanröhre, so erhält man Phosphorsäure Chlorgas. — 2. Mit Wasser bildet er unter heftiger itzung Phosphorsäure und Salzsäure. — 3. Kalium, in en Dämpfen erhitzt, verbrennt mit heftigem Feuer. — Mit Metalloxyden erzeugt er Chlormetall und phosphores Metalloxyd. DAVY.

Verbindung. Nur mit Ammoniak.

### Chlor und Schwefel.

#### A. Chlorschwefel.

*Schwefelsalzsäure, salzsaures Schwefeloxyd, Chlorure de Soufre.*

**Bildung.** Gepulverter Schwefel absorbirt das Chlorgas ion bei gewöhnlicher Temperatur unter Wärmeentwick- g, noch schneller, wenn man ihn in Chlorgas sublimirt. — e Behauptung, daß brennender Schwefel im Chlorgas zu bren- n fortfährt, möchte grundlos seyn.

#### a. Halb-Chlorschwefel, Chlorschwefel im Minimum.

**Darstellung.** 1. Trockenes Chlorgas wird durch trockene wefelblumen in einem Woulfe'schen Apparat geleitet. Die altene Flüssigkeit wird mit Schwefel gesättigt. — 2. Man stillirt ein Gemenge von 1 Schwefel mit 9 Chlorzinn oder 8,5 Quecksilbersublimat bei gelinder Wärme.

**Eigenschaften.** Gelblichbraune Flüssigkeit, von 1.700 spec. wicht. A. BERTHOLLET und BUCHOLZ. — Raucht stark an Luft; riecht unangenehm erstickend, nach Seekräutern. meckt sauer, heiß und bitter. Röthet nicht trockenes chmuspapier.

	M.G.			Bucholz Thomson	
Schwefel	3	32	47.48	47.4	45.85
Chlor	1	35.4	52.52	52.6	48.09
Halb-Chlorschwefel	1	67.4	100.00	100.0	93.94

**Zersetzungen.** 1. Bei der Destillation und an trockener ft zerfällt er in verdampfenden Einfach-Chlorschwefel in zurückbleibenden, oft schön krystallisirenden Schwe- BUCHOLZ. — 2. Phosphor erhitzt sich mit Chlorschwe-



fel um  $40^{\circ}$ , und bei der Destillation des Gemisches geht Chlorphosphor über, während Schwefel zurückbleibt. GATIER DE CLAUBRY (*Ann. Chim. Phys.* 7, 213). — 3. Bei längerem Schütteln mit Wasser, in dem er in Gestalt von Oeltropfen niedersinkt, sehr langsam (indem 1 M.G. Wasserstoff des Wassers an 1 Chlor und 1 Sauerstoff des Wassers an 1 Schwefel tritt) in 1 M.G. Salzsäure, 1 M.G. niederschlagenden Schwefel und 1 M.G. unterschweflige Säure, welche sich allmählig in schweflige Säure und niederfallenden Schwefel zersetzt. THOMSON. Nach BUCHHOLZ bildet sich bei dieser Zersetzung durch Wasser: Salzsäure, Schwefel, schweflige Säure und Schwefelsäure. — Wird nicht zersetzt durch Hydrothionsäure. A. BERTHOLLET.

Verbindungen. a. Er löst in der Wärme noch mehr Schwefel auf, der beim Erkalten herauskrystallisirt.

b. Leicht mit Schwefelkohlenstoff mischbar. A. BERTHOLLET.

c. Er absorbirt Phosgengas. JOHN DAVY.

d. Er bildet mit ölbildendem Gase eine zähe Flüssigkeit von unangenehmen Geruch; minder verdampfbar, als Wasser, und schwierig verbrennbar. DESPRETZ (*Ann. Chim. Phys.* 21, 438).

#### b. Einfach-Chlorschwefel, Chlorschwefel im Maximum.

Darstellung. Man leitet durch den Halb-Chlorschwefel so lange Chlorgas, als dieses noch verschluckt wird.

Eigenschaften. Dunkelpomeranzengelbe Flüssigkeit, nach THOMSON von 1,628, nach DUMAS von 1,68 spec. Gewicht. Sehr flüchtig, kocht bei  $93^{\circ}$ , DAVY: läßt sich leicht überdestilliren. Dampft und riecht, wie der Chlorschwefel im Minimum, riecht jedoch deutlicher nach Chlor; schmeckt sauer, heiß und bitter; röthet nicht trocknes Lackmuspapier.

	M.G.		Davy	Dumas	
				Vers. 1	2
Schwefel	1	16	31,13	30,00	30,71
Chlor	1	35,4	68,87	71,67	69,29
Einfach-Chlorschwefel	1	51,4	100,00	101,67	100,00

**Zersetzungen.** 1. Läßt man in  $\frac{1}{2}$  Gramm Chlorschwefel ein Stück Kalium fallen, so erfolgt oft nach 40 Secunden rothes Licht mit Verpuffung, die das Glas zersprengt. Dämpfe des Chlorschwefels durch glühende Eisen- oder Kupfer-Feile geleitet, erzeugen unter Feuerentwicklung Kupfer- und Schwefel-Metall. DUMAS. — 2. Mit Wasser zerfällt der Einfach-Chlorschwefel in 1 M.G. Salz- und 1 unterschwellige Säure, welche dann weiter in schwefelsaure und in Schwefel zerfällt. — 3. Salpetersäure vertheilt den Chlorschwefel unter heftigem Aufbrausen in Kupfer- und Schwefel-Säure. THOMSON. — 4. Mit (wässrigem) Ammoniak bildet er Schwefel, Stickgas und salzsauer Ammoniak. DUMAS. — 5. Mit Weingeist braust er heftig auf.

**Verbindungen.** a. Den Phosphor löst er mit Bernsteinöl auf. THOMSON.

b. Er absorhirt Phosgengas. J. DAVY. — Chlorgas wirkt in diesem Zustande nicht auf schwefligsaures Gas. GAY-LUSSAC und BERARD.

c. Brennender Schwefelkohlenstoff verlöscht im Chlorgas; er absorhirt in der Kälte nur eine kleine Menge von diesem Gase, die bei Erwärmung wieder ausgetrieben werden kann. BERZELIUS.

### C. Sauerstoffchlorschwefelkohlenstoff.

**Bildung u. Darstellung.** 1. 1 Th. Schwefelalkohol wird eine Zeit mit 16 Th. eines Gemisches von rauchender Salpetersäure und concentrirter Salzsäure in einem unvollkommen verschlossenen Gefäße bei  $21^{\circ}$  zusammengestellt. Man merkt den Geruch nach Chlorschwefel, der Schwefelalkohol färbt sich pomeranzengelb, wird dann consistenter und dicker, und nach 3 Monaten hat sich das Ganze unter Entweichung von Salpetergas in eine feste Masse verwandelt, die mit kaltem Wasser von der anhängenden Säure befreit wird. Noch schneller bildet sich nach BRAZIER diese Substanz, wenn man den Schwefelkohlenstoff der Wirkung des Chlorgases aussetzt.



*a. Halb-Chlorselen, Chlorselen im Minimum.*

Durchsichtiges bräunlichgelbes Oel, schwerer als Wasserdampfbar.

	M.G.	Nach Berzelius	
Selen	2	80	69,3
Chlor	1	35,4	30,7
Chlorselen im Min.	1	115,4	100,0

Zersetzt sich durch Wasser langsam in Salzsäure, Seäure und Selen, welches noch lange ein wenig Chlor, damit eine ölige Consistenz behält.

*b. Doppelt-Chlorselen, Chlorselen im Maximum.*

Weisse feste Masse, welche sich leichter, als a., in gelDämpfen verflüchtigt, vor dem Verdampfen nicht schmilzt, sich an kältere Körper in kleinen weissen Krystallen an, die sich bei weiterem Sublimiren in eine dichte Masse einigen.

	M.G.	Nach Berzelius	
Selen	1	40	36,1
Chlor	2	70,8	63,9
Chlorselen im Max.	1	110,8	100,0

Bildet mit Wasser unter Wärmeentwicklung und schwach Aufbrausen eine wasserhelle Lösung von Salzsäure und Seäure. BERZELIUS (*Ann. Chim. Phys.* 9, 225).

Chlor und Iod.

*A. C h l o r i o d.*

Trockenes Iod absorbirt rasch das Chlorgas unter einer zu 100° steigenden Temperaturerhöhung, und bildet dabei vorwaltendem Iod eine rothbraune flüssige, bei vorwaltendem Chlor eine gelbe solide Verbindung. — Die gelbe Verbindung (*Fünffach-Chloriod, Chloriod im Maximum*) ist als solches verdampfbar, an der Luft Nebel bewirkend, und ist stechend nach Chlor und Iod riechend; aus der braunen Verbindung (*Chloriod im Minimum*) verdampft an der

Luft ebenfalls Chloriod im Maximum, und es bleibt das schüssige Iod zurück. Die gelbe Verbindung soll sich in Hitze, wobei sie schmilzt, nach SERULLAS in die braune wandeln, durch Entwicklung von Chlorgas, welches sie in Kälte wieder aufnimmt.

Beide Verbindungen ziehen aus der Luft das Wasser begierig an und zerfließen damit. Das Fünffach-Chlor bildet mit Wasser eine farblose Auflösung, welche bloß Chlor und Iod-Säure enthält; das Chloriod im Minimum liefert Wasser, unter Absatz von Iod, eine braune Flüssigkeit, welche entweder Salzsäure und Iodsäure mit überschüssigem Iod, oder Salzsäure und iodige Säure enthält, wie letzteres BERZELIUS vermuthet. vgl. S. 251 Anm.

#### *B. Salzsäures Iod.*

Die wässerige Salzsäure löst schon in der Kälte etwas Iod mit braungelber Farbe auf. Die Verbindung bläut Stärmehl.

#### *C. Chloriod mit ölbildendem Gas.*

Chloriod verwandelt sich durch Aufnahme einer kleinen Menge von ölbildendem Gase in eine farblose, angenehm schmeckende und riechende Flüssigkeit, welche bei gelinder Kälte in krystallinischen Blättchen gesteht. — Bei einem geringen Verhältniß des ölbildenden Gases ist die Verbindung gasförmig und meist krystallinisch. DESPRETZ (*Ann. Chim. Phys.* 21, 43).

#### *D. Flüssiger Iod-Kohlen-Wasserstoff mit Oel des ölbildenden Gases.*

Die durch Sättigung der letzteren Substanz mit dem Gase erhaltenen Flüssigkeiten färben sich an der Luft in einigen Tagen röthlich; sie zerfällt bei gelindem Erwärmen in sich verflüchtigendes Oel des ölerzeugenden Gases und rückbleibenden flüssigen Iodkohlenwasserstoff; auf ein glühendes Porcellanstück gegossen, giebt sie keine violette Dämpfe; auf Vitriolöl gegossen, schwimmt sie zuerst oben auf, als

Schütteln wird das Oel des überzeugenden Gases zer- und der Iodkohlenwasserstoff setzt sich in pomeran-thenen Flocken nieder, welche durch Kali von dem sie-nden Iod befreit werden können; in Berührung mit- gas färbt sich die Flüssigkeit bloß ein wenig gelb, ohne- zu werden. SERULLAS (*Ann. Chim. Phys.* 25, 316).

### Fernere Verbindungen des Chlors.

Mit Stickstoff. — B. Mit Cyan.

Mit den Metallen bildet es die *Chlormetalle* (*hypothetischen salzsaure Salze*), *Chlorures metalliques* (*Muriates*).

Sie bilden sich: 1. indem man ein Metall mit trockene- Chlorgas in Berührung bringt. Die Vereinigung ge-ht oft schon, besonders wenn das Metall pulverisirt, in dünnen Blättchen dem Gase dargeboten wird, bei- welcher Temperatur unter Feuerentwicklung, wie bei- , Arsenik, Antimon, Zinn, Kupfer; bei andern Metal- zu Bewirkung der Verbrennung eine Temperaturerhö-erforderlich, wie bei Natrium, Zink, Tellur, Eisen, , Mangan, Quecksilber. Bei noch andern Metallen, wie bei- , Nickel, Blei, Silber und Gold, geht die Vereinigung-mer Temperatur unter Feuerentwicklung vor sich. —ann man Chlorgas mit solchen Metalloxyden zusammen-, deren Metalle eine grössere Affinität gegen Chlor,egen Sauerstoff haben, wo sich, wenn das Metalloxyd- Sauerstoff hält, halb soviel Maasse Sauerstoffgas ent-, als Maasse Chlorgas absorbirt werden. Dieses er- bei Silberoxyd schon bei der gewöhnlichen Tempera- bei den fixen Alkalien erst in der Rothglühhitze. —ann man verschiedene Metalle bei gewöhnlicher Tem- oder in der Glühhitze mit salzsaurem Gase zusam-ingt, oder in Berührung mit salzsaurem Gase elektri-wo sich das Wasserstoffgas entwickelt; S. 382. — 4.ann man mehrere Metalloxyde mit Salzsäure zusammen-, wo einige bei gewöhnlicher, andere in höherer Tem- in Wasser und Chlormetalle zerfallen; S. 383.

Die Chlormetalle sind theils bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, und dabei sehr flüchtig, *Metallöle* (Zinn, Antimon); — theils sind sie bei der gewöhnlichen Temperatur fest, aber doch leicht schmelzbar und größtentheils der Glühhitze flüchtig; die weicheren von diesen heißen *Metallbuttern* (Antimon, Wismuth, Zink), die festeren *Metalle* (Silber, Blei). Ueberhaupt sind die Chlormetalle, welche sich nicht in der Hitze zersetzen, fast allgemein flüchtiger als die in ihnen enthaltenen Metalle.

Einige Chlormetalle werden in der Glühhitze an abgehaltenem Luftzutritt in Chlorgas und zurückbleibendes Metall zersetzt (Gold, Platin); — andere, zu denen der Sauerstoff größere Affinität hat, als das Chlor, nur bei Zutritt in Chlorgas und Metalloxyd (Mangan); — andere zersetzen sich gar nicht, wie die Chlorverbindungen der Metalle, des Quecksilbers, Silbers u. s. w. — Chlorverbindungen, welche nicht für sich in der Hitze zersetzbar sind, werden auch nicht zersetzt durch Weißglühen mit Kohle, da unter diesen Umständen keine Verbindung mit Chlor eingehen vermag, und daher bloß anfangs durch ihren Wasserstoffgehalt ein wenig salzsaures Gas erzeugt. So wie zu diesem glühenden Gemenge Wasserdampf tritt, der Sauerstoff zur Kohle und dessen Wasserstoff zum Chlor, welche eine beträchtliche Affinität hat, so erfolgt, namentlich bei Silber und -Quecksilber, Zersetzung in Kohlensäure oder Metalloxyd, und in Salzsäure und Metall. GAY-LUSSAC u. THIÉRY LAMPADIUS's entgegengesetzte und mit keiner Theorie oder Erfahrungen (*Gilb.* 73, 143) lassen sich aus der Porosität der ihnen angewandten irdenen Retorten erklären, und sind auch DÖBEREINER (*Gilb.* 73, 227) widerlegt. — Eben so lassen sich solche nicht für sich in der Hitze zersetzende Chlorverbindungen, wie die der Alkalimetalle, des Quecksilbers und Silbers, wenn alle Feuchtigkeit abgehalten wird, zersetzen durch Weißglühen mit verglaster Boraxsäure, verglaster kalkhaltiger Phosphorsäure, mit Kiesel-, Sulfat- oder Alaun-Erde, welche Materien zwar Affinität gegen



de, aber weder gegen Metalle, noch gegen Chlor haben. Wie jedoch zu dem glühenden Gemenge Wasserdampf, so vereinigt sich sein Sauerstoff mit dem Metalle zu Metalloxyd, das von den genannten Säuren und Erden aufgenommen wird, und der Wasserstoff des Wassers entweicht. Verbindung mit dem Chlor des Chlormetalls als salzsaures Gas. GAY-LUSSAC u. THÉNARD und DAVY.

Leitet man dagegen über glühendes Kochsalz die Dämpfe trockenen Schwefelsäure, welche ihren Sauerstoff loser binden hält, als die Borax- und Phosphor-Säure, so bildet sich schwefelsaures Natriumoxyd, und es entwickelt sich eine Menge von Chlorgas mit einem gleichen Maasse schwefligem Gas. 1 M.G. Schwefelsäure tritt ihr drittes M.G. Sauerstoff an 1 M.G. Natrium des Kochsalzes ab; das so gebildete Natriumoxyd verbindet sich mit der unzersetzt gebliebenen Schwefelsäure; diejenige Schwefelsäure, welche ihr drittes M.G. Sauerstoff verloren hat, geht als schweflige Säure weiter, mit dem Chlorgas, welches aus dem Chlornatrium frei wurde. Dieses Gasgemenge wird vom Wasser als Salzsäure und Schwefelsäure verpackt, indem 1 M.G. Chlor aus dem Wasser 1 Wasserstoff aufnimmt, und 1 M.G. Sauerstoff auf 1 schweflige Säure überträgt. Hier nahm SERTÜRNER an, in dem Gasgemenge sey schon gebildete Salzsäure vorhanden. DOBEREINER's Ansicht, nach welcher das eine chemische Verbindung von Chlor und schwefliger Säure, Chlorschweflige Säure seyn soll, ist nicht zulässig. vgl. SERTÜRNER (*Gilb.* 72, 109); DOBEREINER (*Gilb.* 72, 331); C. G. MELIN (*Schw.* 37, 442); L. G. MELIN (*Gilb.* 73, 109). — Auch Salpetersäure entwickelt aus mehreren Chlormetallen Chlor, indem sie ihre Metalle oxydirt, und sich mit dem gebildeten Metalloxyde vereinigt.

Die Chlormetalle, mit Ausnahme des Chlorsilbers und Chlor-Kupfers, -Quecksilbers, -Goldes und -Platins im Minimum lösen sich im Wasser als salzsaure Metalloxyde auf; in Wasser unauflöslchen Chlormetalle lösen sich meistens überschüssiger wässriger Salzsäure zu saurem salzsauren Metalloxyd auf. — Auch von den Chlormetallen nehmen GAY-LUSSAC und BERZELIUS nach der S. 243 angegebenen Ansicht an, sie sich als solche im Wasser lösen, ohne einen Theil desselben zu zersetzen. vgl. jedoch das S. 244 und das von PHILLIPS

(*Phil. Ann.* 1, 27) und von CHEVREUL (*Ann. Chim.* 95, 30) dagegen Gesagte.

D. Mit den Alkalien. Chlor, mit den wässrigen Alkalien in Berührung, verwandelt sich unter gewissen Umständen (s. Chlorkali und Chlorkalk) nicht gänzlich in Sauerstoff und Chlor-Säure; ein Theil desselben wird als Chlor von den Alkalien gebunden, besonders vom Kalke, der mit ihm, selbst bei Gegenwart von sehr wenig Wasser, am wenigsten ein saures und chlorsaures Salz erzeugt. Diese *Chloralkalien* (genirte salzsaure Alkalien), *Chlorures alcalins* (*Muriates oxigenes*), die man freilich nur in unreiner Gestalt kennt, werden durch höhere Temperatur in salzsaures Salz und in Sauerstoff zersetzt; sie entwickeln mit Schwefel-, Salpeter-, Salz- und Essig-Säure Chlorgas; oxydiren viele Metalle bis zur höchsten Stufe; oxydiren den Wasserstoff der Hydrothionsäure und ihrer Salze unter Fällung von Schwefel; zersetzen mit Heftigkeit das Ammoniak, zerstören organische Farben, besonders in der Wärme oder beim Einwirken von Säuren (werden daher zum künstlichen Bleichen angewandt), zerfressen Papier, weilen unter Erhitzung, und entfuseln den Branntwein. vgl. BERZELIUS (*Schw.* 3, 373 u. 9, 12). BERZELIUS hält diese Eigenschaften für Verbindungen der Alkalien mit Chloroxyd.

*Anmerk.* Die ältere, besonders von BERZELIUS in seiner Zeit angenommene, jetzt aber auch von ihm verlassene, Art, die verschiedenen Verhältnisse des Chlors zu erklären, die sogenannte *phlogistische Theorie*, besteht in Folgendem:

LAVOISIER's Entdeckung, daß die meisten Säuren Sauerstoff enthalten, führte auf die Vermuthung, auch die noch unzerlegte Salzsäure, enthielten denselben als säuerndes Princip. Man sah daher die Salzsäure als die Verbindung eines unbekannten Radicals, des *Muriatum* oder *Murium* mit Sauerstoff an, von welcher sich das Chlor, oder die oxygenirte Salzsäure durch größern Gehalt an Sauerstoff unterscheide. Allein es gelang nicht, das *Muriatum* für sich darzustellen; man fand außerdem, daß das trockenste salzsaure Gas, mit glühenden Metallen in Berührung, Wasserstoffgas entwickle, während es sich mit denselben verbindet; es zeigte sich ferner, daß 1 Maass trocknes Chlorgas mit 1 Maass trocknem Wasserstoffgase 2 Maasse ganz trocknes salzsaures Gas erzeugt. Aus diesen beiden Thatsachen wurde gefolgert, das salzsaure Gas sey eine innige Verbindung einer noch nicht für sich be-

von trocknen Salzsäure, die als hypothetisch trockne Salzsäure trocknen salzsauren Gase unterschieden werden kann, mit gleichen Mischungsgewichten Wasser. BERZELIUS setzte die Oxydationen folgendermaassen fest:

G. Muriatum nimmt auf Sauerstoff	und bildet damit	Antichloristische Namen.	Chloristische Na- men.
8.		Hypothetisch trock- ne Salzsäure	
= 16	27,4	Oxydirte Salzsäure	Chlor
= 24	35,4	Euchlorine	Chloroxydul
= 32	43,4	?	Chloroxyd
= 48	59,4	Hyperoxygenirte Salzsäure	Chlorsäure
= 64	75,4		Oxydirte Chlor- säure
= 80	91,4	?	

Das salzsaure Gas ist eine Verbindung von 1 M.G. hypoth. trockner Salzsäure = 27,4 mit 1 M.G. Wasser = 9, zusammen 36,4. — Die Kohle vermag das im salzsauren Gase enthaltene Wasser selbst in der Weissglühhitze nicht zu zersetzen, weil die grosse Affinität der hypoth. trocknen Salzsäure zum Wasser dasselbe der Zersetzung schützt. — Auch kann die Kohle der oxydirten Salzsäure nicht ihr drittes M.G. Sauerstoff entziehen, weil die grössere Affinität zur hypoth. trocknen Salzsäure hat, als zum Wasserstoff. — Das Phosgengas ist eine Verbindung der hypoth. trocknen Salzsäure mit Kohlensäure, indem hier das Kohlenoxyd der oxydirten Salzsäure das dritte M.G. Sauerstoff entziehen konnte, damit Kohlensäure zu bilden, weil die Affinität der hypoth. trocknen Salzsäure zur Kohlensäure ebenfalls beträchtlich ist. — Der Anderthalb-Chlorphosphor ist hypothetisch trockne salzsaure phosphorige Säure, der Drittehalb-Chlorphosphor ist hypoth. trockne salzsaure Phosphorsäure; der Phosphor verbrannte nämlich im 1 M.G. des oxydirten salzsauren Gases zu phosphoriger oder zu phosphor-Säure, die dann eine innige Verbindung mit der abgetrennten hypoth. trocknen Salzsäure eingingen. Auf dieselbe Weise bilden die 2 Chlorschwefel als Verbindungen der hypoth. trocknen Salzsäure mit der unterschweifigen Säure und noch einer niederen, für sich bekannten, Oxydationsstufe, die auf 1 M.G. Schwefel  $\frac{1}{2}$  M.G. Sauerstoff enthält, zu betrachten; desgleichen der stoffchlorchwefelkohlenstoff als eine Verbindung von 2 M.G. trockner hypoth. trockner Salzsäure mit 1 M.G. Kohlensäure und schwefliger Säure zugleich. Das Wasser zersetzt diese Verbindungen, sofern es die hypoth. trockne Salzsäure in salzsaures Gas wandelt, welches weiter keine Affinität gegen die zuvor mit der hypoth. trocknen Salzsäure verbunden gewesenen Substanzen zeigt. Der Chlorstickstoff, von dem in der Folge die Rede seyn wird,

ist nach dieser Ansicht eine Verbindung der hypoth. trocknen Säure mit untersalpetriger Säure. — Die Chlormetalle sind anderes, als hypoth. trocken salzsaure Metalloxyde; denn die oxydirt salzsaure Gas gebrachten Metalle verbrennen in reinem M.G. Sauerstoff zu Metalloxyd, das sich dann mit der bleibenden hypoth. trocknen Salzsäure zu hypoth. trocken saurem Metalloxyd vereinigt. Dieselben Verbindungen erzeugen wenn oxydirtsalzsaures Gas mit vielen Metalloxyden zusammenkommt, wobei es sein drittes M.G. Sauerstoffgas in Gasform entwickelt sich nun als hypoth. trockene Salzsäure mit dem Metalloxyd vereinigt. Auch kann sich ein hypoth. trocken salzsaures Metall aus Metall und salzsaurem Gase unter Entwicklung von Wasserstoffgas erzeugen, weil hier das Wasser des salzsauren Gases das Metall oxydirt. Bringt man endlich salzsaures Gas mit Bleioxyd zusammen, so wird das Wasser des Gases in Freiheit gesetzt, und die hypoth. trockene Salzsäure an das Bleioxyd tritt; das haltene Wasser ist also nach dieser Ansicht Edukt, nach der Zersetzung das Product. — Keine Säure hat eine so große Affinität zu den Metalloxyden, wie die Salzsäure; keine andere vermag daher davon abzuscheiden, namentlich nicht Boraxsäure in der Hitze; die Zersetzung erfolgt jedoch bei Gegenwart von Wasser, weil die hypoth. trockene Salzsäure auch gegen dieses eine große Affinität hat, so daß die Affinität der fremden Säure zum Metalloxyd nebst der Affinität der hypoth. trocknen Salzsäure zum Wasser die Affinität der hypoth. trocknen Salzsäure zum Metall überwiegt. — Die Zersetzung des Kochsalzes durch trockne Schwefelsäure erfolgt, weil die Affinität der hypoth. trocknen Salzsäure zum Sauerstoff eines Theils der Schwefelsäure nebst der Affinität des Natrons zum andern Theile der Schwefelsäure größer ist, als die Affinität der hypoth. trocknen Salzsäure zum Natron selbst. Die Affinität der schwefligen Säure zum dritten M.G. Sauerstoff wird durch die Zersetzung nicht die hypoth. trocken salzsauren Metalloxyde, weil die große Affinität der hypoth. trocknen Salzsäure zum Metalloxyd, zum Silberoxyd, dasselbe vor der zersetzenden Einwirkung der Kohle schützt; tritt aber Wasserdampf hinzu, mit welchem sich die hypoth. trockne Salzsäure zu salzsaurem Gase vereinigen kann, so ist die Kohle im Stande, dem Metalloxyd seinen Sauerstoff zu entziehen und damit Kohlensäure zu erzeugen.

Die Bildung von salzsaurem und hyperoxydirtsalzsaurem (hyperoxydirtsalzsaurem) Alkali, beim Zusammenbringen von oxydirt salzsaurem und wässrigem Alkali, erfolgt, indem 5 Mischungsgewichte oxydirt salzsaure ihr drittes M.G. Sauerstoff an ein sechstes M.G. oxydirt salzsaure abgeben, die dadurch zu hyperoxydirt wird.

Diese Ansicht ist einförmiger als die neuere, sofern sie die saure und basische Formen der Körper vom Sauerstoff abzuleiten sucht, was jedoch beim Ammoniak nur durch eine gewagte Hy-

isen entwickelt; hält er Bleiglanz, so geht Hydrothion- und schwefel- Säure über, und das Destillat ist durch Schwefel getrübt. BERZELIUS.

Eigenschaften. Wasserhelle Flüssigkeit von 1,0609 spec. wicht. DAVY. Gefriert noch nicht bei  $-20^{\circ}$ . GAY-LUSSAC THÉNARD. Bricht das Licht sehr schwach, WOLLASTON. Licht schon bei niedriger Temperatur, nach BERZELIUS nicht über  $15^{\circ}$ . — Riecht stechend, wirkt sehr nachtheilig auf die Respirationsorgane; schon der Dampf macht Schmerzen unter den Nägeln; kleine Tropfen machen auf der Haut eisse, heftig schmerzende Flecken, die sich in eine Eiter-  
 23. GAY-LUSSAC u. THÉNARD.

	M.G.			Berzelius Oder: M.G.		
Fluor	1	18,6	94,9	94,95	Fluorium	1 2,6 13,27
Wasserstoff	1	1	5,1	5,05	Sauerstoff	1 8 40,82
					Wasser	1 9 45,91
Flusssäure	1	19,6	100,0	100,00		19,6 100,00

Zersetzungen. In dem Kreise der Voltaschen Säule son-  
 2. Kalium, Natrium, geglühtes Silicium, Tantal, Zink, Eisen und Mangan bilden  
 3. Mit Kalk bildet sie unter heftiger Erhitzung  
 4. Mit Kieselerde, z. B. mit Glas,  
 5. und es bleibt fast nur etwas flusssäure Kieselerde. GAY-  
 6. Mit den meisten übrigen Metalloxyden  
 7. setzt sie sich erst beim Erhitzen in Fluormetall und  
 8. Wasser.

Verbindungen. a. Wässrige Flusssäure. — Die Affinität zwi-  
 2. Wasser und Flusssäure ist beträchtlich; daher das Rau-  
 3. der Säure an der Luft. Die Vereinigung geht unter einer  
 4. zum Kochen steigenden Erhitzung vor sich. Das spec.  
 5. wicht der Flusssäure nimmt bei einem gewissen Verhält-



nisse des Wassers bis auf 1,250 zu. DAVY. Man erhält die wässr. Flusss. nach BERZELIUS, indem man in einer bleiernen Flasche Flussspathpulver mit Vitriolöl mengt und allmählig gelinde erwärmt, in die Oeffnung der Flasche mittelst eines bleiernen Pfropfes, dessen Fugen mit Vitriolöl oder geschmolzenem Federharz verschlossen werden, eine bleierne Schenkelröhre befestigt und das andere Ende derselben ganz wenig in Wasser tauchen läßt, welches in einer bleiernen Flasche oder einem Platintiegel gut abgekühlt ist. Um die erhaltene Säure von der Kieselerde zu befreien, die fast in jedem Flussspath vorkommt, tröpfelt man zu ihr so lange wässriges flusssaures Kali, als noch ein gallertartiger Niederschlag von Fluor-Kiesel-Kalium entsteht, gießt die klare Flüssigkeit ab und destillirt sie in Platingefäßen. — Aufbewahrung in Flaschen von Gold; Platin, Silber oder Blei, auf deren Hals ein in Wasser tränkter Ring von Leder gelegt und ein Hütchen aufgedrückt wird; auch kann man schwächere Säure, die nicht ganz kochen zu seyn braucht, in mit Wachs ausgegossenen Glasflaschen aufbewahren.

b. Mit Wasserstoffhyperoxyd. S. 241.

c. Mit den salzfähigen Basen zu *flusssauren Salzen*, *Fluorates*. Man erhält sie 1. durch unmittelbares Zusammenbringen der Säure mit der Basis; 2. durch Auflösen verschiedener Fluormetalle in Wasser; 3. durch Auflösen mehrerer Metalle (Zirkonium, Tantal, ungeglühtes Silicium) in wässriger Flusssäure, was unter Wasserstoffgasentwicklung erfolgt; oder in einem Gemisch von wässriger Fluß- und Salpeter-Säure, worin sich auch Titan, Tantal und geglühtes Silicium lösen. Einige Metalle, deren Affinität gegen das Fluor zu groß ist, bilden höchstens saure, keine einfach-flusssaure Salze (Calcium, Silicium). Das einfach-flusssaure Ammoniak, Kali, Natron und Lithon reagirt alkalisch, das doppelt-saure reagirt sauer. Alle einfach-flusssauren Salze sind in Wasser auflöslich und zum Theil nur in flüssiger Gestalt darstellbar; durch Erhitzen gehen sie meistens in Fluormetalle über. Die einfach-flusssauren Alkalien vereinigen sich nach BERZELIUS mit flusssaurer Alaunerde und mit vielen flusssauren schweren Metallen.

den zu Doppelsalzen. Man bildet sie theils durch unmittelbares Zusammenbringen der beiden flusssauren Salze, theils durch Zusammenbringen eines doppelt-flusssauren Alkali's mit einer andern Salzbasis. Die meisten flusssauren Doppelsalze sind schwieriger in Wasser löslich, als die beiden einfachen, aus denen sie bestehen.

Fluor und Boron.

A. Fluorboron.

*Fluorborongas, flusboraxsaures Gas, Gas fluoborique.*

**Darstellung.** 1. 1 verglaste Boraxsäure wird mit 2 kieseldefreiem Flusspath in einem schiefliegenden beschlagenen Flintenlaufe bis zum Weißglühen erhitzt. GAY-LUSSAC THÉNARD. — 2. 1 verglaste Boraxsäure, 2 Flusspath und Vitriolöl werden in einem gläsernen Gefäße gelinde erhitzt. J. DAVY. — Das nach 2 bereitete Gas hält nach BERZELIUS sehr viel Fluorsiliciumgas beigemengt (von der Kieselerde im Flusspath und im Glasgefäße herrührend), welches sich durch Zusammenbringen mit krystallisirter Boraxsäure nur unvollkommen entziehen läßt. — Das Gas wird über Quecksilber aufgefangen.

**Eigenschaften.** Farbloses Gas. Spec. Gewicht S. 137. — Nicht brennbar, unterhält nicht die Verbrennung, riecht steigend, dem Fluorsiliciumgas ähnlich, höchst erstickend. Röst stark Lackmustinctur. Verkohlt schnell organische Stoffe. Zersetzt an der Luft, sofern sie Wasser hält, einen äußerst dicken weißen Nebel.

	M.G.		Berzelius		Maass sp.Gew.	
Boron	1	20	15,2	16,24	Borondampf?	1 1,3866 *)
Fluor	6	111,6	84,8	83,76	Fluorgas?	3 7,7372
Fluorboron	1	131,6	100,0	100,00	Fluorborongas	4 2,2809

\*) Bei dieser Berechnung, welche ein den unmittelbaren Abwägungen des Fluorborongases entsprechendes Resultat giebt, wurde hypothetisch das spec. Gewicht des Borondampfes 20mal so groß angenommen, als das des Wasserstoffgases, weil auch sein M.G. das 20fache beträgt; das spec. Gewicht des Wasserstoffgases, mit 18,6 und dann noch mit 2 multiplicirt, gab das des Fluorgases = 2,5791; es wurde also von diesem Gase hypothetisch vorausgesetzt, daß dasselbe, gleich dem Sauerstoffgas, zu derjenigen Classe von Gasen gehört, welche bei gleichem Umfang noch einmal soviel M.Gewichte enthalten, als das Wasserstoffgas u. s. w. vgl. S. 40.



Oder:	M.G.			Berzelius	Thomson
Boraxsäure	1	68	51,67	52,06	70,6
Hyp. tr. Flusss.	6	63,6	48,33	47,94	29,4
Flußboraxsäure	1	131,6	100,00	100,00	100,0

**Zersetzungen.** 1. Durch Wasser in Flusssäure und in Boraxsäure, indem 6 M.Gewichte Wasserstoff des Wassers an 6 Fluor und 6 Sauerstoff an 1 Boron treten. — 2. Kalium, im Fluorborongase erhitzt, verbrennt (nachdem die schwarze Rinde, welche sich zuerst bildete, geborsten ist, mit rüthlicher, BERZELIUS) lebhafter Flamme, absorbirt dem Raume nach beinahe 3mal soviel von diesem Gase, als es aus Wasser Wasserstoffgas entwickelt, und verwandelt sich in eine braune, schmelzbare Masse, welche ein Gemenge aus Fluorkalium und Boron zu seyn scheint, und durch Wasser unter Entwicklung von wenig Wasserstoffgas in flusssaures Kalium und Boron getreant wird. Natrium verhält sich auf dieselbe Weise, nur ist die Verbrennung lebhafter und es wird mehr Gas absorbirt. GAY-LUSSAC u. THÉNARD. — Rothglühendes Eisen zeigt keine Einwirkung auf dies Gas.

**Verbindungen.** a. Mit Ammoniak. — b. Mit Fluormetallen zu *Fluorboron-Fluormetallen*. Sie bilden sich beim Erhitzen oder Krystallisiren der flusssauren Boron-Salze. Sie enthalten 1 M.G. Fluorboron (6 M.G. Fluor und 1 Boron) auf 2 M.G. Fluormetall (2 M.G. Fluor und 2 M.G. Metall); also zusammen 1 M.G. Boron, 2 Metall und 8 Fluor. In der Glühhitze entwickeln sie Fluorborongas, während das Fluormetall bleibt. Sie sind in Wasser zum Theil löslich zu flusssauren Bor-Salzen. BERZELIUS. — Sofern die 8 M.G. Fluor durch Aufnahme von 8 Wasserstoff aus dem Wasser zu Flusssäure, 1 Boron durch 6 Sauerstoff des Wassers zu Boraxsäure, und 2 Metall durch 2 Sauerstoff zu Metalloxyd werden.

### B. Flusssäure Boraxsäure.

#### a. Sechsfach-flusssaure Boraxsäure.

**Bildung.** Wasser absorbirt bei gewöhnlicher Temperatur nach J. DAVY ungefähr 700 Maasse Fluorborongas; nach GAY-LUSSAC u. THÉNARD ungefähr soviel, wie vom salzsauren

a. Die Absorption erfolgt rasch und unter beträchtlicher Erhitzung.

Darstellung. 1. Man leitet das sich entwickelnde Fluor-  
gas durch eine Schenkelröhre über Quecksilber, wel-  
che mit wenig Wasser bedeckt ist. THÉNARD. Befände sich  
die Schenkelröhre im Wasser, so würde dieses durch die schnelle  
Absorption des Gases zurücksteigen. — 2. Man löst Borax-  
säure in wässriger Flufssaure und dampft die Lösung so weit  
ab, bis die Verbindung als Ganzes zu verdampfen beginnt.  
BERZELIUS.

Eigenschaften. Das mit 700 Maafsen Gas verbundene Was-  
ser hat nach J. DAVY ein spec. Gewicht von 1,770; es ist  
dunkel, rauchend, ölig; wirkt sehr ätzend und verkohlt or-  
ganische Stoffe. — Durch Kochen verliert die mit Fluor-  
gas gesättigte Flüssigkeit ungefähr nur  $\frac{1}{3}$  desselben als  
Gas; alsdann kocht sie erst weit über  $100^{\circ}$ , und läßt sich  
dann überdestilliren.

Zersetzung. Durch Verdünnen mit Wasser in 8fach-flufs-  
saure Boraxsäure und sich abscheidende Boraxsäure.

Verbindungen.  $\alpha$ . Mit Schwefelsäure. —  $\beta$ . Mit flufs-  
sauren Metalloxyden zu flufssauren Bor-Salzen. Man erhält sie:  
1. durch Zusammenbringen der 6fach-flufssauren Boraxsäure  
mit einem einfach-flufssauren Metalloxyd; 2. durch Auflösen  
des Metalloxyds in wässriger 8fach-flufssaurer Boraxsäure,  
in der von den 8 M.Gewichten Flufssaure 2 M.G. an 2 Me-  
talloxyden treten; 3. durch Auflösen der Fluorboron-Fluorme-  
n in Wasser (S. 414). In diesen Salzen, welche aus 1  
6fach-flufssaurer Boraxsäure und 2 M.Gewichten ein-  
fach-flufssaurer Salzbasis bestehen, und als Doppelsalze der  
Boraxsäure zu betrachten sind, vertritt die Boraxsäure die  
Stelle einer Basis. Fügt man daher zu doppelt-flufssaurem  
Alkali, Kali oder Natron, welches Lackmus röthet, eine  
geringe Menge von Boraxsäure, so reagirt das Gemisch, wie  
bereits ZEISE (Schw. 32, 306) fand, alkalisch. (Von  
2 M.Gewichten Flufssaure, die in 4 doppelt-flufssaurem Alkali  
löslich sind, nimmt die Boraxsäure 6 auf; 2 bleiben mit 2 Al-

kali verbunden, und 2 Alkali sind dabei in Freiheit gesetzt.) Die flusssauren Bor-Salze verwandeln sich durch Erhitzen mit Entwicklung von Wasser in Fluorboron-Fluormetalle. **BERZELIUS.**

*b. Achtfach-flusssaure Boraxsäure.*

Kömmet Fluorborongas oder wässrige 6fach-flusssaure Boraxsäure mit einer größeren Menge Wasser zusammen, wird  $\frac{1}{4}$  der Boraxsäure in Freiheit gesetzt, und scheidet sich theils in gallertartigen Flocken, theils krystallinisch ab, und es bleibt 8fach-flusssaure Boraxsäure in der Flüssigkeit (4 M. 6fach-flusssaure Boraxsäure halten 24 Flusssäure auf 4 Boraxsäure wird von letzterer 1 M.G. in Freiheit gesetzt, so bleiben 24 M. Flusssäure auf 3 Boraxsäure oder 8 auf 1). — Dieselbe Flüssigkeit erhält man durch Auflösen von, in kleinen Mengen hinzugefügter, krystallisirter Boraxsäure in verdünnter wässriger Flusssäure bis zur Sättigung, und Abgießen der Auflösung von der überschüssigen Boraxsäure. **BERZELIUS.**

Man kann, da Wasser vorhanden ist, mit **BERZELIUS** die Flüssigkeit betrachten als eine Verbindung von 1 M.G. 6fach-flusssaurer Boraxsäure mit 2 M.G. gewässerter Flusssäure, indem durch die Affinität des Wassers zur Flusssäure aus 4 M.Gewichten 6fach-flusssaurer Boraxsäure 1 M.G. Boraxsäure abgeschieden und auf 6 M.G. Wasser gebunden werden; sie entspräche den flusssauren Bor-Salzen, so daß die Stelle des Metalloxyds durch gleiche M.Gewichte Wasser vertreten ist.

Läßt man die Flüssigkeit für sich verdampfen, so entwickelt sich Flusssäure, und es bleibt 6fach-flusssaure Boraxsäure; läßt man sie in Berührung mit Boraxsäure verdampfen, so nimmt die Flusssäure im Verhältniß, als das Wasser abnimmt, wieder Boraxsäure auf, bis ebenfalls Alles in 6fach-flusssaure Boraxsäure verwandelt ist. **BERZELIUS.**

Fluor und Schwefel.

*Fluss-Schwefelsaure Boraxsäure.*

Vitriolöl von 1,850 spec. Gewicht absorbirt 50 M. des Fluorborongases; man erhält diese Verbindung auch durch Darstellung des Fluorborons Nro. 2. am Ende der Operation.

**Destillat.** — Sehr dickflüssiges rauchendes Gemisch, flüchtiger, als reines Vitriolöl. — Erzeugt beim Vermischen mit Wasser einen weißen, sehr dichten Niederschlag. J. DAVY.

Fernere Verbindungen des Fluors.

Mit den Metallen bildet das Fluor die *Fluormetalle*, *hypothetisch trocknen flusssäure Metalloxyde*, *Fluorures*, *Fluats* *secs.* Sie bilden sich 1. beim Zusammenbringen der Flusssäure mit mehreren Metallen, unter Wasserstoffgasentwicklung; 2. beim Zusammenbringen der Flusssäure mit den Metalloxyden, wodurch entweder das Fluormetall sogleich bildet, oder wo das gebildete flusssäure Salz erst beim Erhitzen in Wasser und Fluormetall zersetzt wird. — Die Fluormetalle sind ohne Metallglanz; eines derselben, das Fluorsilicium, ist gasförmig; meistens sind sie leicht schmelzbar. — Sie werden nicht durch Glühen für sich, oder mit Kohle zersetzt. An der Luft, in einer Wasserdampf-haltenden Flamme geglüht, verwandeln sich mehrere, wie Fluorcalcium, indem sie das Fluor verlieren und Sauerstoff aufnehmen, in Metalloxyde. SMITHSON (*Phil. Ann.* 7, 100). Sie werden nicht zersetzt durch Glühen mit Phosphorglas, ausser bei Gegenwart von Kieselerde (sofern diese ihren Sauerstoff an das Metall abtritt, während das Silicium mit dem Fluor verbunden entweicht). In Wasser lösen sich viele Fluormetalle als flusssäure Metalloxyde auf; was haltendere stärkere Säuren, wie Schwefelsäure, zersetzen sie, indem sie Flusssäure in Freiheit setzen und sich mit dem sich erzeugenden Metalloxyd vereinigen. — Chlor zersetzt das Fluor-Silber, -Quecksilber, -Kalium und -Natrium; doch gelang es H. DAVY wegen Angegriffenwerdens der gläsernen, Platin- und Platin-Gefässe nicht, das Fluor für sich zu erhalten. — In gläsernen Gefässen erhielt DAVY Fluorsilicium und Sauerstoffgas, sofern das entwickelte Fluor Silicium aus der Glase aufnahm und den Sauerstoff der Kieselerde in Freiheit setzte; Platin wurde mit einem rothbraunen Pulver (von Fluorplatin?) bedeckt; war das Platingefäss mit geschmolzenem Chlorkalium überzogen, so zeigte sich bei der Zersetzung des Fluormetalls durch Chlor ein Gas von einem besonderen Geruch, unangenehmer als

der des Chlors, welches Glas angriff. — Schwefel oder phosphor, mit Fluor-Blei oder -Quecksilber in einem mit Sc überschmolzenen Glasgefäße destillirt, bilden Schwefel Phosphor-Métall, und ein wenig nicht genau bestimmt sigkeit (Fluor-Schwefel oder Fluor-Phosphor?). Da

*Anmerk.* Auch bei der Flusssäure läßt sich die ält sicht, entsprechend der bei der Salzsäure angegebenen, d ren, nach welcher nämlich die Flusssäure als eine Verbind Wasser mit einer nicht in reiner Gestalt darstellbaren Säur sehen wird, welche wieder aus einem unbekannten Radica *Fluorium* oder *Fluoricum* und aus Sauerstoff besteht. Man k weder das M.G. des Fluoriums = 2,6 setzen; 1 M.G. l bildet mit 1 M.G. Sauerstoff 1 M.G. (= 10,6) hypotheti ckene Flusssäure; diese bildet mit 1 M.G. Wasser 1 M.G. ( Flusssäure in dem S. 410 beschriebenen Zustande, und d der chloristischen Ansicht hypothetisch angenommene Fluor u eine Verbindung von 1 M.G. Fluorium mit 2 M.G. Sa (= 18,6) zu betrachten. Oder man kann, wie dieses Bea früherhin that, dem Fluorium ein doppelt so grosses M.G. ( beilegen; alsdann bildet es mit 2 M.G. Sauerstoff 1 M.G. ( hypothetisch trockene Flusssäure, welche mit 2 M.G. Wasser (= 39,2) Flusssäure von S. 410 hervorbringt. Das Fluor gas ist eine Verbindung der hypoth. wasserfreien Flusssäure raxsäure, und die Fluormetalle, namentlich das Fluorsilicium der Flusspath, sind Verbindungen der hypoth. wasserfreier säure mit Metalloxyden. Die Gründe, warum die trocken sauren Metalloxyde nicht durch trockne Säuren, mit Ausnah Boraxsäure, welche fähig ist, der trocknen Flusssäure als l zu dienen, zersetzt werden, so wie alle übrige Erklärungen mit dem beim Chlor Gesagten zusammen.

---

### Elftes Kapitel.

## S t i c k s t o f f.

---

Ueber die Verbindungen des Stickstoffs mit dem Sauersto  
 LAVOISIER über das Daseyn der reinen Luft in der Salpeter  
*Crell Neueste Entdeck.* 2, 125.  
 CAVENDISH über die Zerlegung der phlogistischen Luft. *Crell*  
 1786, 1, 99.  
 DEIMANN, TROOSTWYK, LAUWERENBURGH u. VROOLIE über die sal  
 Säure und ihre Verbindungen. *Scher. J.* 7, 243.

vy chemical and philosophical researches chiefly concerning  
rous oxide. London 1800.

us die salpetersauren und salpetrigsauren Salze. *Gilb.* 40, 162.  
er die Natur des Stickstoffs, Wasserstoffs, Ammoniaks, der  
petrigen und Salpeter-Säure. *Gilb.* 46, 131.

USSAC sur la combinaison de l'azote avec l'oxigène. *Ann. Chim.*  
ys. 1, 394; auch im Ausz. *Schw.* 17, 236; auch *Gilb.* 58, 394.

G sur quelques combinaisons de l'azote avec l'oxigène. *Ann.*  
im. *Phys.* 2, 317; auch *Schw.* 18, 177; auch *Gilb.* 58, 53.

x über die Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff. *Thoms.*  
nn. 9, 186. — Ferner: *Thoms. Ann.* 10, 38 u. 83; auch *Gilb.*  
1, 79.

ENRY über Stickoxydul, Salpetersäure und Ammoniak. *Manche-*  
*er Mem. new Ser.* vol. 4.; auch *Phill. Ann.* 8, 299 u. 344; auch  
*Kastn. Arch.* 3, 213.

CHL über oxydirtes Stickgas. *Schw.* 38, 461.

Ueber Eudiometrie:

AVOISIER. *Crell Ann.* 1788, 2, 426. — BERTHOLLET. *Scher. J.*  
1 — V. HUMBOLDT. *Scher. J.* 5, 88 u. 146. — DE MARTY. *Scher.*  
57; auch im Ausz. *Gilb.* 19, 389. — DE MARTY. *N. Gehl.* 4, 146;  
*Gilb.* 28, 422. — HUMBOLDT u. GAY-LUSSAC. *N. Gehl.* 5, 45;  
*Gilb.* 20, 38. — DALTON. *Gilb.* 27, 369. — AN. BERTHOLLET.  
34, 452. — GAY-LUSSAC. *N. Gehl.* 9, 455; auch *Gilb.* 36, 37. —  
BRANDT. *Schw.* 14, 265.

Ueber das Ammoniak:

BERTHOLLET Zerlegung des flüchtigen Laugensalzes. *Crell Ann.*  
1791, 2, 169.

ERTHOLLET über die Bestandtheile des Ammoniums. *N. Gehl.* 7,  
84; auch *Gilb.* 30, 3-8.

AND Resultate von Versuchen über das Ammoniakgas. *Schw.* 7,  
99; auch *Gilb.* 46, 267.

AVY über die Natur des Ammoniums. *N. Gehl.* 7, 632; auch *Gilb.*  
1, 161.

ntersuchungen über die Einwirkung des Kalimetalls auf das Am-  
moniakgas. *Schw.* 1, 302 u. 324; 3, 334; auch *Gilb.* 35, 151; 36,  
80; 37, 35.

ber das Ammoniakamalgam. *N. Gehl.* 9, 507; auch *Gilb.* 33, 246.

ber Stickstoff, Ammoniak und Ammoniumamalgam. *Schw.* 4,  
99; auch *Gilb.* 37, 155.

ENRY Exper. on ammonia. *Phil. Transact.* 1809, 2, 429; auch  
*Gilb.* 36, 291.

ELIUS über das Ammoniak. *Gilb.* 36, 198; 37, 210; 38, 176; 46, 131.

OF über Ammoniak. *Schw.* 42, 257; 45, 204.

DAY über die Bildung von Ammoniak. *Quart. J. of Sc.* 19, 16;  
auch *Pogg.* 3, 455; auch *Schw.* 44, 341; auch *Kastn. Arch.* 5, 117.

ber die Verbindungen des Ammoniaks mit Chlormetallen. *Quart.*  
*J. of Sc.* 5, 74.

Ueber Phosphorammoniak: BÖCKMANN Vers. über das Verhalten  
Phosphors in verschiedenen Gasarten. *Erl.* 1800, S. 297. —

OGEL. *Gilb.* 45, 66; 48, 376.

Ueber das Cyan und seine Verbindungen:

LE über Blausäure. *Opusc.* 2, 148; im Ausz. *Crell neueste Ent-*  
*deck.* 11, 91; auch *Crell Auswahl der n. Entd.* 3, 386.

OLLET über Blausäure. *Crell Ann.* 1795, 1, 70.

- RICHTER über Blausäure. *In s. N. Gegenständen der Chemie* 1.  
 BUCHHOLZ über Blausäure. *A. Gehl.* 1, 406.  
 PROUST über Blausäure. *N. Gehl.* 3, 549.  
 F. VON ITTNER Beiträge zur Geschichte der Blausäure. Freib.  
 Constanz 1809.  
 GAY-LUSSAC über Blausäure. *Ann. Chim.* 77, 128; auch *Schw.*  
 auch *Gilb.* 40, 229.  
 — über Blausäure, Cyan und Chloreyan. *Ann. Chim.* 95, 131  
*Schw.* 16, 1; auch *Gilb.* 53, 1 u. 138.  
 DAVY über Cyan. *Gilb.* 54, 383.  
 VAUQUELIS über Cyan, Blausäure und Cyansäure. *Ann. Chim.*  
 9, 113; auch *Schw.* 25, 50. — Ferner: *Ann. Chim. Phys.* 1  
 auch *N. Tr.* 9, 1, 124.  
 PORRET über die blausauren Tripelsalze und Schwefelblausäure  
*Transact.* 1814, 527; auch *Schw.* 17, 258; auch *Gilb.* 53  
 auch *N. Tr.* 3, 2, 422. — Ferner: *Thoms. Ann.* 13, 356.  
 GROTHUSS über Anthrazothionsäure. *Schw.* 20, 225.  
 VOGEL über Schwefelblausäure. *Schw.* 23, 15.  
 BERZELIUS über schwefelblausaure Salze. *Schw.* 31, 42.  
 WÖHLER über geschwefelte Schwefelblausäure. *Gilb.* 69, 271.  
 — über Cyansäure. *Gilb.* 71, 95; 73, 157; *Pogg.* 1, 117; 5, 30  
 — über Verhalten des Cyans zu Ammoniak, Hydrothionsäure  
 Schwefelmetallen. *Pogg.* 3, 177.  
 LIEBIG über Cyansäure. *Kastn. Arch.* 6, 145.  
 — über Knallsäure. *Repert.* 12, 412. — Ferner: *Ann. Chim.*  
 24, 294; auch *Repert.* 15, 361.  
 GAY-LUSSAC u. LIEBIG über Knallsäure. *Ann. Chim. Phys.* 25,  
 auch *Schw.* 41, 179; auch *Pogg.* 1, 87; auch *Kastn. Arch.* 1  
 ZEISE über Hydrothion-Schwefelblausäure. *Schw.* 41, 100 u. 171  
 Ueber Iodcyan: DAVY. *Gilb.* 54, 384. — WÖHLER. *Gilb.* 69, 271  
 SERULLAS. *Ann. Chim. Phys.* 27, 184; auch *Schw.* 43, 42; auch *A.*  
 2, 334. — VAN DYK. *Repert.* 21, 223.  
 Ueber Chloreyan: BERTHOLLET. *Ann. Chim.* 1, 35. — GAY-LUSSAC  
*Ann. Chim.* 95, 200; auch *Schw.* 16, 55; auch *Gilb.* 53, 168.  
 Ueber den Chlorstickstoff: DULONG. *Schw.* 8, 302; auch *Gilb.* 43  
 43. — PORRET d. J., W. WILSON und RUP. KIRK. *Schw.* 8, 302  
*Gilb.* 47, 56. — Ferner: *Gilb.* 47, 69. — DAVY. *Phil. Transact.*  
 1 u. 242; im Ausz. *Gilb.* 47, 51.

**Synonyme.** Salpeterstoff, Azote, Nitrogène, Nitrogenium, Azogène, Septone; — Stickgas, Stickstoffgas, Salpeterstoffgas, Stickphlogistisirte, verdorbene Luft, Gas azote, Mofette atmosphérique, Air vicié.

**Geschichte.** Man wußte schon lange, daß durch den Verbrennungs- und Athmungs-Proceß die Luft verdorben und weiteren Unterhaltung dieser Processe unfähig würde. Diese Erscheinung erklärte man, so lange man die Luft für eine einfache Substanz hielt, aus dem Uebertritt des Phlogistons in dieselbe. THERFORD zeigte 1772, daß die Luft durch den Athmungsproceß keineswegs bloß in Kohlensäure, sondern zugleich in eine eigenthümliche unathembare Luftart verwandelt werde. Noch vor 1774 kannte SCHEELE das Sauerstoffgas der Luft von ihrem Sauer-



nd er erkannte ungefähr gleichzeitig mit LAVOISIER, daß die  
st aus diesen 2 Gasen gemengt sey.

Aus den schon lange bekannten salpetersauren Salzen, beson-  
rs dem Salpeter, scheinen zuerst die Araber, dann die Alchemi-  
n die wässerige *Salpetersäure* (besonders mittelst Erhitzens des  
lpeters mit Thon, bis ihn GLAUBER durch Schwefelsäure er-  
zte) erhalten zu haben. PRIESTLEY bemerkte zwar schon, daß  
1 Gemenge von Sauerstoffgas und Stickgas durch Elektrisiren ab-  
hne und Säure erzeuge. CAVENDISH zeigte jedoch zuerst 1785,  
s sich beide Gasarten vollständig zu Salpetersäure vereinigten. —  
af die *salpetrige Säure* machte SCHEELE zuerst 1774 aufmerk-  
m; sie wurde später besonders von PRIESTLEY, BERTHOLLET,  
DAVY, THOMSON, BERZELIUS, DALTON, GAY-LUSSAC und DU-  
ONG untersucht, welche letztere 2 Chemiker von dieser Säure  
och die bis dahin damit verwechselte *untersalpetrige Säure* unter-  
bieden. — Das *Salpetergas* wurde zuerst von HALES erhalten,  
un vorzüglich von PRIESTLEY, FONTANA, HUMBOLDT, DAVY,  
ALTON, GAY-LUSSAC u. A. untersucht. — PRIESTLEY entdeckte  
76 das *oxydirte Stickgas*; dasselbe untersuchte 1785 BERTHOL-  
ET, 1793 die holländischen Chemisten, die seine Zusammensetzung  
forschten, und 1800 vorzüglich DAVY.

Die Bereitung des *salzsauren Ammoniaks* kannten schon die  
en Aegyptier; das sich sowohl hieraus durch Erhitzen mit koh-  
saurem Kalk, als aus erhitzten thierischen Theilen entwickelnde  
*flensaure Ammoniak* scheint schon den Arabern bekannt gewesen  
seyn. Die Alchemisten kannten das *wässrige Ammoniak*. PRIEST-  
LEY entdeckte das *Ammoniakgas* und beobachtete seine Zersetzung  
durch Elektrisiren und durch Metalloxyde; SCHEELE erkannte  
die Zusammensetzung aus Stickstoff und Phlogiston, unter wel-  
en man Wasserstoff zu verstehen hatte, wie nachher C. L. BER-  
THOLLET zeigte, der, nebst AM. BERTHOLLET und HENRY, vor-  
züglich das Verhältniß der Bestandtheile ausmittelte. — Die Ver-  
bindung des Ammoniaks mit Phosphor wurde 1800 von BÜCKMANN  
erkannt, später von A. VOGEL bestimmter erkannt und untersucht;  
mit Phosgen und mit Chlorboron von J. DAVY; die mit Chlor-  
phosphor von H. DAVY; die mit Chlorschwefel von THOMSON; die  
mit Sauerstoffchlorschwefelkohlenstoff von BERZELIUS; die mit Chlor-  
salzen von FARADAY.

MACQUER zeigte 1752, daß das zufällig von DIESBACH und  
PEL 1704 entdeckte *Berlinerblau* eine Verbindung von Eisen-  
mit einer brennbaren färbenden Materie sey, die sich demsel-  
durch Alkali, das dadurch in *phlogestisirtes* verwandelt werde,  
ziehen lasse; SCHEELE stellte 1754 zuerst dieses färbende We-  
in Verbindung mit Wasser als eine eigenthümliche Säure, als  
*flensaure* dar, die er für eine Zusammensetzung aus Ammoniak,  
*flensäure* und Phlogiston erklärte. Eben so erkannte BERTHOLLET

1787 diese Säure, der neu aufgekommenen Lavoisier'schen Theorie gemäß, aus Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff bestehend. PROUST und v. ITTNER lehrten viele ihrer Verbindungen kennen. ITTNER stellte zuerst 1809 die wasserfreie Blausäure, die er aus Cyanquecksilber und Salzsäure entwickelte, dar, doch hielt er ihren Dampf für ein permanentes Gas. GAY-LUSSAC erhielt sie erst 1811 in tropfbar-flüssiger Form, bestimmte 1815 ihre Bestandtheile auch quantitativ, und entdeckte zugleich das Cyan. Schon C. L. BERTHOLLET hatte beim Zusammenbringen von Chlor und Blausäure die Bildung einer besondern Materie bemerkt, die er *oxydirte Blausäure* hielt. GAY-LUSSAC zeigte später, daß dies *Chlorcyan* sey. — Die *Schwefelblausäure* wurde schon von BOUSSINGUOT (Beitr. z. Erweit. u. Berichtigung der Chemie 1, 88) und von RINK (A. Gehl. 2, 460) 1804 bemerkt, von PORRET, der viele Versuche über die blausauren Salze anstellte, 1808 besser erkannt, und von BERZELIUS 1821 ihrer Zusammensetzung bestimmt. Die *schwefelhaltige Schwefelblausäure* entdeckte WÖHLER 1821, die *Hydrothion-Schwefelblausäure* ZEISE 1824, die *hydrothionsaure Cyan* GAY-LUSSAC 1815 und das *Iodcyan* 1816. Die *Cyansäure* wurde zuerst 1818 von VAUQUEL bemerkt, dann 1822 von WÖHLER genauer erforscht. HENRIE zeigte 1800, daß beim Erhitzen einer Auflösung von Quecksilber oder Silber in Salpetersäure mit Weingeist eigenthümliche knallende Niederschläge erhalten werden. Die Zusammensetzung dieses Berward'schen Knall-Quecksilbers und -Silbers blieb zweifelhaft, bis LIEBIG 1824, später in Verbindung mit GAY-LUSSAC, zeigte, daß sie als Verbindungen von Metalloxyd mit einer eigenthümlichen Säure, der *Knallsäure*, zu betrachten seyen, welche aus Cyan und Sauerstoff bestehe.

Den *Iodstickstoff* entdeckte COURTOIS 1811; — den *Chlorstickstoff* DULONG 1812 mit Verlust eines Auges.

Vorkommen. Als Stickgas, dem Umfang nach 0,79 der Luft ausmachend; auch in den Schwimmbälgen der Fische und in den Höhlen der Thiere und Pflanzen; — in salpetersauren und Ammoniak-Salzen; — in sehr vielen organischen Verbindungen, besonders thierischen.

Darstellung. 1. Man entzieht der Luft das Sauerstoffgas durch rasch oder langsam verbrennenden Phosphor, durch feuchte Schwefelalkalien, durch ein feuchtes Gemenge von Eisenpulver und Schwefel, durch Schlütteln mit Bleiamalgam, durch feuchte Kohle oder ähnliche Materien: die mit Sauerstoff eine nicht luftförmige Verbindung eingehen, und hierauf das kohlensaure Gas durch ein Alkali. — 2. Man erhitzt in einem mit einer Gasentwicklungsröhre versehenen

ni, die sich erst nach einigen Tagen nach starken Veitstanzmühen in diesem Gase nach einiger Zeit in Rastlosigkeit und Erben bei längerem Verweilen. — Das Gas ist nicht brennend; ein Licht brennt darin lebhafter, als in der Luft; ein zummender Span entzündet sich darin. Es giebt mit Salpurgas keine rothe Dämpfe, und erleidet durch dasselbe keine anfangsverminderung. Es wirkt nicht auf die Pflanzenfarben ein.

	M.G.			Davy Deimann			Maafs	sp. G.
Stickstoff	1	14	63,6	63,3	62,5	Stickgas	1,0	0,9706
Wasserstoff	1	3	36,4	36,7	37,5	Sauerstoffgas	0,5	0,5546
Stickoxydul	1	22	100,0	100,0	100,0	Stickoxydulgas	1,0	1,5252

**Zersetzungen.** 1. Bei anhaltendem Elektrisiren, desgleichen beim Hindurchleiten durch eine glühende Porcellanröhre fällt das Stickoxydulgas unter einer, ungefähr 0,1 betragenden, Verminderung seines Umfangs und Erzeugung von etwas salpetriger Säure in ein Gemenge von Sauerstoff- und Stick-Gas. PRIESTLEY.

2. Mit 1 Maafs Wasserstoffgas gemengt und durch den elektrischen Funken entzündet, oder durch eine glühende Röhre geleitet, verpufft 1 Maafs dieses Gases zu Wasser und 1 M. Stickgas; bei weniger Wasserstoff erzeugt sich etwas Salpetersäure. PRIESTLEY, DAVY, HENRY. — Nach Dulong u. THÉNARD wirkt auch schwammiges Platin auf das Gemenge von Wasserstoff- und Stickoxydul-Gas. — Auch verpufft nach den elektrischen Funken oder durch Glühhitze das Stickoxydulgas mit Ammoniak-, Kohlen-, Phosphor- und Schwefelwasserstoffgas zu Stickgas, zu Wasser und zu Kohlen-, Phosphor- oder schwelliger Säure, und zwar verpufft nach THOMSON 1 Maafs leicht entzündliches Phosphorwasserstoffgas mit 3 M. Stickoxydulgas zu Wasser, Phosphorsäure und 3 M. Stickgas. — 3. Ein Gemenge von 1 Maafs Kohlenoxydgas mit etwas mehr als 1 M. Stickoxydulgas verpufft nach den elektrischen Funken zu 1 M. kohlensaurem, etwas mehr als 1 Maafs Stick- und ein wenig Sauerstoff-Gas, so-

fern das überschüssige Stickoxydulgas durch die Hitze in seine gasigen Bestandtheile zerfällt. — HENRY.

4. Glühende Kohle verbrennt in diesem Gase lebhafter, als in der gemeinen Luft, 1 Maafs desselben in 1 Maafs Stickgas und  $\frac{1}{2}$  M. kohlensaures Gas verwandelnd. DAVY. — Erhitztes Boron verbrennt darin zu Boraxsäure, das Stickgas abscheidend. — Phosphor kann in diesem Gase verdampfen und selbst mit einem rothglühenden Eisen berührt werden ohne sich zu entzünden; wird er jedoch mit einem weißglühenden Eisen berührt, oder, in der Luft entzündet, in das Gas gebracht, so verbrennt er darin beinahe so lebhaft, jedoch kürzer, als in Sauerstoffgas, zu Phosphorsäure mit Abscheidung des Stickgases und Bildung von wenig salpetriger Säure. DAVY. — In der Luft zum schwachen Brausen gebrachter Schwefel verlöscht im Stickoxydulgas; lebhafter nender fñhrt darin mit rosenrother Flamme zu brennen, sich in schweflige Säure verwandelnd. DAVY. — Hierbei lassen Boron, Phosphor und Schwefel aus 1 Maafs Stickoxydulgas 1 Maafs Stickgas übrig.

5. Kalium und Natrium, im Stickoxydulgase gelinde erhitzt, verbrennen anfangs unter heftiger Feuerentwicklung zu Hyperoxyd, welches sich bei weiterem Erhitzen in Absorption von Gas in untersalpetrigsaures Salz verwandelt, während Stickgas und Salpetergas übrig bleibt. GAS-LUTH u. TERNARD. — 6. Eine stark erhitzte Stahlfeder verbrennt in diesem Gase beinahe so lebhaft, wie im Sauerstoffgas. PRIESTLEY: dergleichen oxydiren sich durch dasselbe glühend des Mangan, Zink und Zinn. Stickgas von unveränderter Umlänge abscheidend. DAVY.

7. Rauchende Salpetersäure bewirkt nach DEIMANN u. A. (Sehe. J. - , 260) eine noch nicht erklärte Verminderung des Umlangs.

Eisenoxydsalze, Zinnoxydsalze, hydrothionische und silicatische Salze, und Salpetergas entziehen diesem Gase keinen Sauerstoff.

Verbindungen a. Wasser absorbiert bei gewöhnlicher

temperatur nach HENRY 0,78 bis 0,86, nach DALTON 0,80, nach TH. SAUSSURE 0,76, nach DAVY 0,54, nach FLEISCHL bei 0,08 Maasse dieses Gases, und nimmt dadurch einen süsslichen Geschmack an. In der Siedhitze entwickelt sich dasselbe unverändert. PRIESTLEY.

b. Mit Kali und Natron zu, von DAVY entdeckten, und in ihm *Nitroxis* genannten, noch genauer zu prüfenden Verbindungen, die THOMSON für untersalpetrigsaure Salze hält.

Wird nicht von Eisenoxydulsalzen absorbirt.

c. Es wird absorbirt von Weingeist, Aether und flüchtigen und fetten Oelen.

B. S t i c k o x y d.

*Stickoxydgas, Salpetergas, oxydirtes Salpeterstoffgas, nitrose Gas, Oxide nitreux, Oxide nitrique, Oxide d'azote, Deutoxide azote, Gas nitreux, Gas deutoxide d'azote, Gas nitrosum.*

Bildung. 1. Wenn man Ammoniakgas über, in einem Retortenlaufe glühenden, Braunstein, oder calcinirten Eisen-  
triol leitet. MILNER (*Crell Ann.* 1795, 1, 554). — 2. Wenn man salpetrige oder Salpeter-Säure unter der Glühhitze mit Kohle, Phosphor, Schwefel, organischen Körpern und sehr vielen Metallen zusammenbringt.

Darstellung. Durch Auflösen des Kupfers, Wismuths, oder Quecksilbers in Salpetersäure von 1,2 bis 1,3 spec. Gewicht. — Das Gas wird über Wasser aufgefangen. Bei zu starker Erhitzung enthält es viel Stickgas.

Eigenschaften. Farbloses Gas. Spec. Gewicht und lichtbrechende Kraft S. 137 u. 139. — Eingeathmet wirkt es tödtlich. Es röthet nicht Lackmus. Ist nicht brennbar. Unterhält das Verbrennen nur weniger Körper, nicht das einer Kerze. Erzeugt an der Luft rothe Dämpfe.

	M.G.		Davy Lavoisier Dalton Berzelius				
Stickstoff	1	14	46,67	42,3	32	42	46,751
Sauerstoff	2	16	53,33	57,7	68	58	53,246
Stickoxyd	1	30	100,00	100,0	100	100	100,000

	Maafs	spec. Gew.
Stickgas	1	0,9706
Sauerstoffgas	1	1,1093
Stickoxydgas	2	1,0399

**Zersetzungen.** 1. Bei fortgesetztem Elektrisiren, **PAY**, oder beim Hindurchleiten durch eine glühende Röhre, die Platindrath hält, **GAY-LUSSAC**, zerfällt das Stickoxyd in Stickgas und in salpetrige oder, bei Gegenwart von Wasser, Salpeter-Säure. — 2.  $\frac{1}{4}$  Jahr mit concentrirtem wässrigem Kali in Berührung, wird es zu  $\frac{1}{4}$  Maafs Stickoxydulgas zu untersalpetriger Säure, welche letztere sich mit dem Stickgas vereinigt. **GAY-LUSSAC**.

3. Schwefelkalium, schwefligsaure Alkalien und salzsaures Zinnoxidul verwandeln das Stickoxydgas bei der gewöhnlichen Temperatur durch Entziehung seines zweiten Maasses Sauerstoff in Stickoxydulgas von halbem Umfange. 4. Hydrothionsaures Gas zersetzt sich mit einem gleichem Maasse Stickoxydgas in einigen Stunden (nach **Thomson** am schnellsten, wenn die Gase trocken sind) in wenig Stickoxydulgas und in hydrothionigsaures Ammoniak; desgleichen erzeugen hydrothion- und hydrothionig-saure Alkalien, ferri- und Eisen- (vgl. **Thomson**, *Thoms. Ann.* 15, 225) und Zink-Ammoniak mit Stickoxydgas in mehreren Tagen Stickoxydulgas und Ammoniak, indem sich Wasserstoff theils mit dem Sauerstoff des Stickoxyds zu Wasser, theils mit dem Stickstoff zum Ammoniak verbindet.

5. Mit Wasserstoffgas verpufft es in der Glühhitze nach **Fourcroy** und **Thomson**; nicht durch den elektrischen Funken nach **Davy**. Durch schwammiges Platin verwandelt sich dieses Gemenge nach **Dulong** u. **Thénard**, nicht nach **Bereiner**, in Wasser und in Ammoniak. Auch mit ölbildendem und Kohlenwasserstoff-Gas läßt es sich nicht durch einfachen elektrischen Funken verpuffen; jedoch entzündet der Schlag aus einer Leidner Flasche nach **Henry** das Gemenge von 1 Maafs ölbildendem und 6 M. Salpeter-Gas, und erzeugt 2 M. kohlensaures und 3 M. Stick-Gas. Mit d

leicht entzündlichen Phosphorwasserstoffgas zersetzt es sich meistens in einigen Stunden, wo Stickgas und Stickoxydulgas bleibt, DALTON; das Gemenge von leicht entzündlichem Phosphorwasserstoffgas und Stickoxydgas, durch den elektrischen Funken oder durch Hinzulassen von Sauerstoffgas entzündet, spruht mit hellem Lichte, und zwar braucht 1 Maass Phosphorluft nach THOMSON 3, nach DALTON 3,5 Maasse Stickoxydgas, um unter Abscheidung des Stickgases vollständig Wasser und Phosphorsäure zu verbrennen; bei zu wenig Salpetergas bleibt das Stickgas mit Wasserstoffgas, bei zu viel bleibt es mit Sauerstoffgas gemengt. Auch Ammoniakgas lässt sich mit Stickoxydgas durch den elektrischen Funken spruhen, und zersetzt sich nach GAY-LUSSAC bei gewöhnlicher Temperatur langsam damit.

6. Kohle verbrennt lebhafter im Salpetergase, als in der Luft; leitet man dasselbe durch in einer Röhre glühende Kohle, so zerfällt es in  $\frac{1}{2}$  Maass Stickgas gegen  $\frac{1}{2}$  Maass salensaures Gas. DALTON. Pyrophor entzündet sich darin und brennt sehr lebhaft. DAVY. Das Gemenge von Kohlenoxyd- und Stickoxyd-Gas ist nach HENRY bei keinem Verhältnisse durch den elektrischen Funken entzündbar. — Schwach brennender Phosphor verlöscht in diesem Gase; lebhaft brennender fährt darin fort zu brennen, beinahe so heftig, wie im Sauerstoffgas; es bildet sich Phosphorsäure und Stickgas.

7. Erhitztes Kalium verbrennt lebhaft im Stickoxydgase; setzt ersteres vor, so erzeugt sich Kaliumsuboxyd und Stickgas; waltet letzteres vor, so bildet sich anfangs Kaliumhyperoxyd, welches dann unter weiterer Gas-Absorption in unterphosphorigsaures Kali übergeht. Natrium wirkt in der Hitze der Lampe nicht ein. GAY-LUSSAC u. THÉNARD. — 8. Glühendes Eisen, Zink, Arsenik und Schwefelbaryum nehmen 1 Maass Sauerstoff des Stickoxyds auf,  $\frac{1}{2}$  Maass Stickgas absetzend. DAVY, GAY-LUSSAC.

Brennender Schwefel verlöscht im Salpetergase.

Verbindungen. a. Wasser absorbirt bei gewöhnlicher



Temperatur nach DAVY  $\frac{1}{10}$ , nach HENRY  $\frac{1}{20}$ , nach DALTON  $\frac{1}{27}$  Maafs Stickoxydgas.

b. Mit wässrigen Eisenoxydulsalzen, die gegen 6 Maafs dieses Gases verschlucken und braune Flüssigkeiten erzeugen. — s. Eisenvitriol. — Auch die Zinnoxidulsalze absorbiren das Salpetergas.

### C. Untersalpetrige Säure.

*Acide pernitreux, Acide hyponitreux.*

Bildung. 1. Bei der Zersetzung Nr. 2. des Stickoxyds. — 2. Beim Zusammenbringen des Stickoxyds mit  $\frac{1}{4}$  Maafs oder weniger Sauerstoffgas; 1 Maafs Sauerstoffgas kann höchstens 4 Maafse Stickoxydgas verdichten, wenn letzteres bei Gegenwart von wässrigem Kali in grossem Ueberschusse angewandt wird, wo sich untersalpetrigsaures Kali erzeugt. GAY-LUSSAC, vgl. auch THOMSON (*Phill. Ann.* 1, 321). — 3. Beim Zusammenbringen von Salzbasen mit salpetriger Säure. — 4. Bei Kochen des in Wasser gelösten salpetersauren Bleioxyds mit metallischem Blei, wo sich dieses auf Kosten der Salpetersäure oxydirt, und ein untersalpetrigsaures Salz erzeugt. BERZELIUS. — 5. Unter gewissen Umständen beim Zusammenbringen von Salpeter- oder salpetriger Säure mit Salpetergas.

DULONG erhielt die untersalpetrige Säure, mit salpetriger gemischt, als er 1 Maafs Sauerstoffgas mit etwas mehr als 4 M. Stickoxydgas im trockenen Zustande durch eine, zur Beförderung der Mengung, mit Porcellanstücken gefüllte Röhre in eine gekrümmte bis zu  $-20^{\circ}$  erkältete Röhre leitete, in deren tieferem Theile sich die untersalpetrige Säure als eine dunkelgrüne Flüssigkeit sammelte, die sich flüchtiger zeigte, als die salpetrige Säure, und bei der Destillation eine gelbe, aus salpetriger Säure bestehende Flüssigkeit zurückliess, daher die reine untersalpetrige Säure wahrscheinlich blau gefärbt ist.

M.G. Nach Gay-Luss. u. Dulong Maafs Oder:

Stickstoff	1	14	36.8	Stickgas	1	Stickoxydgas
Sauerstoff	3	24	63.2	Sauerstoffg.	1.5	Sauerstoffgas
Untersalpetr. S.	1	38	100.0			

Verbindungen. a. Die untersalpetrige Säure scheint mit Wasser ohne Zersetzung verbindbar.

b. Mit Schwefelsäure und Wasser.

c. Mit den Salzbasen erzeugt sie die *untersalpetrigsauren Salze*, *Hyponitrites*, welche vorzüglich durch Zusammenbringen der Salzbasen mit Salpetergas, mit Salpetergas und weissen Sauerstoffgas, durch behutsames Erhitzen einiger salpetersaurer Salze und durch Kochen einiger derselben mit ihren Metallen erhalten werden. — Die untersalpetrigsauren Salze entwickeln bei höherer Temperatur Sauerstoffgas und Stickoxydgas; sie verpuffen in der Hitze mit brennbaren Körpern; wenn sie mit Schwefelsäure übergossen, entwickeln sie Stickoxydgas, während die Flüssigkeit salpetrige und Salpeter-Säure entwickelt. GAY-LUSSAC. (Daher hielt DELMANN [*Scher. J.* 7, 273] diese Salze für Verbindungen des Stickoxyds mit Salzbasen). Diese Salze ziehen beim Erwärmen Sauerstoff an, und verwandeln sich dadurch in salpetersaure Salze. — Die einfachen untersalpetrigsauren Salze scheinen sämmtlich in Wasser löslich.

#### D. Salpetrige Säure.

*Unvollkommene Salpetersäure, Acide nitreux.*

Wird von BERZELIUS, sofern sie keine eigenthümliche Salze enthält, als ein Gemisch von untersalpetriger und Salpeter-Säure angesehen.

Bildung. 1. Bringt man bei der gewöhnlichen Temperatur Sauerstoffgas mit Stickoxydgas in irgend einem Verhältnisse, bei völliger Abhaltung von Wasser und Salzbasen, zusammen, so verbinden sich immer 2 Maasse Stickoxydgas mit 1 Maass Sauerstoffgas, um 1 Maass salpetrigsauren Dampf zu erzeugen. GAY-LUSSAC. — 2. Chloroxydulgas bildet mit Stickoxydgas augenblicklich rothe Dämpfe. DAVY. — 3. Chloroxydul wirkt im trockenen Zustande nicht auf Stickoxydgas; ist mit Wasser zugegen, so nimmt es seinen Wasserstoff auf, während sich das Stickoxyd durch Aufnahme seines Sauerstoffs in salpetrige Säure verwandelt. — 4. Die salpetrige Säure erzeugt sich bei der Zersetzung des Stickoxyduls Nro. 1.,

des Stickoxyds Nro. 1. und bei den Zersetzungen der übrigen Salpetersäure, und der salpetersauren Salze d Licht, Elektricität, Hitze und viele desoxydirende Körper und besonders beim Hindurchleiten von Salpetergas d concentrirte wässrige Salpetersäure.

Darstellung. 1. Man leitet 1 Maass Sauerstoffgas mit nahe 2 Maass Stickoxydgas im ganz trockenen Zustande erst durch eine mit Porcellanstücken gefüllte, dann d eine bis zu  $-20^{\circ}$  erkältete gekrümmte Röhre, in welcher sich der salpetrigsaure Dampf unter Rücklassung von Sauerstoffgas zu einer (von etwas untersalpetriger Säure grünlichen Flüssigkeit verdichtet, welche jedoch schon beim Umgiessen gelb wird. DULONG. — Um diese Säure in dieser Gestalt zu erhalten, läßt man in einem trockenen, ausgepumpten Ballon 2 Maasse Stickoxydgas mit 1 Maass Sauerstoffgas zusammentreten. — 2. Man erhitzt ganz trocknes salpetersaures Stickoxyd in einer Retorte, die mit einer erkälteten Vorlage in Verbindung steht, bis zur völligen Zersetzung. GAY-LUSSAC — In der Vorlage sammelt sich die salpetrige Säure, während übrige Sauerstoff durch eine in der Tubulatur der Vorlage befindliche Röhre entweicht. Nach DULONG ist die so erhaltene Säure wasserfrei, oder enthält höchstens 0,006 Wasser.

Eigenschaften. Tropfbare Flüssigkeit von 1,451 specif. Gewicht; bei  $-20^{\circ}$  farblos, bei  $-10^{\circ}$  fast farblos, bei  $+10^{\circ}$  bläsigelb, bei  $+15$  bis  $28^{\circ}$  pomeranzengelb, dunkler, je wärmer. DULONG. Siedet bei  $+26^{\circ}$  GAY-LUSSAC bei  $28^{\circ}$ , bei 0,76 Meter Luftdruck, DULONG. Bildet einen dunkelgelbrothen Dampf, den man früher für luftartig hielt, sofern er, mit andern Gasarten gemengt, der Verdichtung durch Erkältung widersteht. Riecht eigenthümlich süßlich und scharf; schmeckt sauer; wirkt, eingeathmet, sehr nachtheilig; röthet Lackmus; färbt thierische Stoffe gelb.

M.G.	Dulong	Maass sp.G.	Oder: Maass
Stickstoff 1 14	30,4	29,96	Stickgas 1 0,9-06
Sauerstoff 4 32	69,6	70,04	Sauerstoffgas 2 2,2186
Salpetrige Säure 1 46	100,0	100,00	Salpetrigsaure Dampf 1 3,1892

**Zersetzungen.** 1. Glühende Kohle verbrennt im salpetrigen Dampf mit trüber rother Flamme. — Phosphor bedarf zu seiner Verbrennung in demselben einer stärkeren Hitze, als im Sauerstoffgas, und brennt darin mit großer Lebhaftigkeit. — Nach DeLONG verbrennt darin auch stark oxydierter Schwefel, während er nach Andern in diesem Dampfe zersicht. — Iod lässt sich im salpetrigsauren Dampf ohne Oxydation verdampfen, DeLONG. — 2. Kalium entzündet sich im salpetrigsauren Dampf bei der gewöhnlichen Temperatur und verbrennt mit rother Flamme; Natrium zersetzt denselben ohne Feuerentwicklung; Kupfer, Zinn und Quecksilber wurden bei der gewöhnlichen Temperatur langsam zersetzend auf den Dampf; leitet man jedoch denselben durch in einer Röhre glühendes Eisen oder Kupfer, so erhält man Stickgas und Metalloxyd. — 3. Aus wässriger Hydrothionsäure schlägt die salpetrige Säure schnell den Schwefel nieder; auch zersetzt sie mit Heftigkeit das wässrige Ammoniak.

4. Durch Wasser zersetzt sich die salpetrige Säure durch ungleiche Vertheilung ihres Sauerstoffs auf der einen Seite in Salpetersäure, auf der andern in untersalpetrige Säure und Stickoxyd, ohne Zweifel, sofern das Wasser keine oder schwache Affinität gegen die salpetrige Säure hat, dagegen große gegen die Salpetersäure. Je größer die Menge des Wassers, desto mehr Salpetersäure und Stickoxydgas und desto weniger untersalpetrige Säure erzeugen sich, und umgekehrt; bei kleineren Mengen von Wasser bleibt ein Theil der salpetrigen Säure unzersetzt, indem sie durch Verbindung mit der schon gebildeten Salpetersäure vor der weiteren Zersetzung durch die gegebene Menge von Wasser geschützt zu werden scheint. Fügt man zu vieler salpetriger Säure wenig Wasser, so wird sie nach DeLONG, ohne Gas zu entwickeln, tief grün. (Nach DeLONG rührt diese grüne Färbung von dem neben der Salpetersäure gebildeten und zum Theil absorbirbleibenden Stickoxyd her; wahrscheinlicher von der gebildeten untersalpetrigen Säure, da diese blau ist). Fügt man zu einer gegebenen Menge Wasser die salpetrige Säure in

einzelnen Antheilen, so entwickeln die ersten Mengen am meisten Stickoxydgas, und das Wasser färbt sich erst gelb, dann grün, dann blau. GAY-LUSSAC. — 5. Die Alkalien wirken dem Wasser ähnlich, sofern auch sie keine oder sehr geringe Affinität gegen die salpetrige Säure, und weit stärker gegen die Salpetersäure besitzen. Concentrirtes wässriges Kali erzeugt mit der salpetrigen Säure unter schwacher Entwicklung von Stickoxydgas salpetersaures und untersalpetersaures Kali. GAY-LUSSAC, DULONG. Leitet man salpetrigen Dampf bei gewöhnlicher Temperatur über reinen Baryt, so wird er langsam verschluckt; bei 200° wird der Baryt plötzlich glühend, schmilzt und ist ohne alle Gasentwicklung in salpeter- und untersalpeterig-sauren Baryt verwandelt. DULONG.

Verbindung. Mit wässriger Salpetersäure.

### E. S a l p e t e r s ä u r e.

*Vollkommene Salpetersäure, Acide nitrique, Acidum nitricum.*

Vorkommen. In Verbindung mit Kali, Natron, Kalk und Bittererde auf der Oberfläche der Erde, wo organische Stoffe verwest sind, und in einigen Pflanzen.

Bildung. 1. Aus Stickstoff und Sauerstoff: a. Indem man eine gewisse Menge von 3 Maassen Stickgas auf 7 Maasse Sauerstoff mehrere Wochen lang den elektrischen Funken schenkt, läßt. CAVENDISH. — b. Indem man in einem Gemenge aus Stickgas, Sauerstoffgas und Wasserdampf Platindrath durch galvanische Elektricität zum Schmelzen bringt. DAVY. — c. Indem man 14 Maasse Wasserstoffgas mit 1 M. Stickgas mengt, und durch die angemessene Menge von Sauerstoffgas verbrennt, wo das Wasserstoffgas eine zur Verbrennung des Stickstoffs hinreichende Hitze entwickelt. BERZELIUS. — d. Indem man Wasserdampf (mit Luft?) über glühenden Braunstein leitet. DAVY. — e. Indem man Ammoniakgas über glühenden Braunstein leitet. MILNER (*Crell Ann.* 1795, 1, 55) MORVEAU (*Scher. J.* 9, 375), VAUQUELIN (*J. polytechn. Coll.*

); oder auch, wenn man Ammoniakgas mit Sauerstoffgas in eine glühende Röhre treibt. — f. Indem man stickhaltige organische Körper in Berührung mit salzfähigen und Wasser der Luft aussetzt, wo der Stickstoff im Augenblicke, wo er sich aus seiner organischen Verbindung löst und Gasgestalt annehmen will, durch die prädisponirte Affinität der Salzbasis und des Wassers zu der Salpetersäure veranlaßt, sich mit dem Sauerstoff der Luft verbindet. — Beim Hindurchleiten eines Gemenges von Sauerstoffgas und Stickgas durch eine glühende Röhre erzeugt sich keine Salpetersäure; dergleichen nicht, nach LAROCHE (Schw. 1, 123 u. 172), wenn man ein Gemenge aus 2 Maass Stickgas auf 5 M. Sauerstoffgas in einer mit wässrigem Kali und mit Quecksilber gesperrten Röhre 540 Meter tief unter das Meer taucht, wo die Gase einen Druck von 50 Atmosphären auszuhalten haben.

2. Aus Stickoxydul, durch dessen Zersetzung Nro. 1., in Gegenwart von Wasser.

3. Aus Stickoxydgas. a. Durch dessen Zersetzung Nro. 1. in Gegenwart von Wasser. b. Beim Zusammenbringen mit Sauerstoffgas bildet das Salpetergas nur dann Salpetersäure, wenn nicht salpetrige, wenn Wasser oder eine Salzbasis vorhanden ist, und wenn das Sauerstoffgas vorwaltet; hierbei vermischt man 2 Maass Stickoxydgas 1,5 M. Sauerstoffgas auf, fast immer aber erzeugt sich zugleich etwas salpetrige Säure.

4. Aus salpetriger Säure, welche a. durch Zersetzung Nro. 4. und 5., und b. beim Zusammenbringen mit Sauerstoffgas und Wasser Salpetersäure bildet.

Die Salpetersäure ist noch nicht in reiner Gestalt bekannt.

	M.G.			Lavoi-	Caven-	Berze-	
				sier	dish	lius	Davy
Stickstoff	1	14	25,9	20	25	26	29,5
Sauerstoff	5	40	74,1	80	75	74	70,5
Salpetersäure	1	54	100,0	100	100	100	100,0

	Maass	Oder:	Maass
Stickgas	1,0	Stickoxydgas	2,0
Sauerstoffgas	2,5	Sauerstoffgas	1,5

Verbindungen. a. Wässrige Salpetersäure.

In concentrirter Gestalt: *Salpetergeist*, *Spiritus nitri acidus*; in verdünnter: *doppeltes und einfaches Scheidewasser*, *Aqua fortis*.

**Darstellung.** 10 gereinigter Salpeter werden in eine Retorte mit 9 Vitriolöl (welches man durch eine mit einem Trichter versehene Röhre so eingießt, daß der Hals der Retorte nicht damit verunreinigt wird) übergossen, und allmählig erhitzt, bis der Rückstand ruhig fließt; es wird eine neue Vorlage vorgelegt, so wie das Uebergehende nicht mehr die salpetersaure Silberauflösung trübt (chlorfrei ist). — In der Großen bedient man sich statt des Vitriolöls bisweilen des gekauten Vitriols, oder des Thones. — Wäre die Vorlage nicht gewechselt worden, so enthält die Salpetersäure Chlor; auch kann sie durch Ueberspritzen oder Verunreinigung des Retortenhalses beim Eingießen der Schwefelsäure mit dieser verunreinigt seyn. Die Salzsäure wird durch Hinzutröpfeln von salpetersaurem Silber, bis kein Niederschlag mehr erfolgt, hinweggeschafft; die Schwefelsäure auf dieselbe Weise durch salpetersauren Baryt. Die von beiden abgegossene Flüssigkeit wird von Neuem destillirt. Oder man destillirt die Salzsäure- und Schwefelsäure-haltende Salpetersäure mit wenig Salpeter, wo zuerst Chlor übergeht, dann reine in einer frischen Vorlage zu sammelnde Salpetersäure. — Von salpetersaurer Säure befreit man die Salpetersäure entweder durch Erhitzen, oder indem man sie in weiten offenen Flaschen längere Zeit mit Luft in Berührung läßt.

**Eigenschaften.** Wasserhelle Flüssigkeit. Das spec. Gewicht nimmt mit dem Wassergehalte ab. Höchstes spec. Gewicht nach PROUST 1,62, nach KIRWAN 1,554, nach DAVY 1,53, nach THÉNARD 1,513. — Die Säure gefriert um so schwieriger je weniger sie Wasser enthält. Säure von 1,30 spec. Gewicht gefriert schon bei  $-19^{\circ}$  DALTON, stärkere gefriert erst bei  $-54^{\circ}$  zu einer butterartigen Masse. FOURCROY u. VAUQUELIN. Die stärkste Säure siedet unter dem Siedpunkt des Wassers und wird durch Kochen schwächer, indem stärkere Säure entweicht; schwächere Säure siedet über dem Siedpunkt des Wassers, und wird durch Kochen stärker, indem schwächere Säure entweicht. Säure von 1,42 spec. Gewicht wird nach DALTON durch Kochen weder stärker noch schwächer, ihr Siedpunkt liegt am höchsten, bei 120 bis  $122^{\circ}$ ; es scheint also bei diesem Verhältnisse die wechselseitige Verdichtung von Wasser und Salpetersäure am stärksten zu seyn. Die bei  $120^{\circ}$  siedende Säure enthält 5 M.G. Wasser gegen 1 M.G. Salpetersäure.



so daß also der Sauerstoffgehalt der Säure dem des Sauerstoffes gleich ist.

Die wässrige Salpetersäure hat einen schwachen eigenen Geruch, sehr sauren Geschmack, färbt Lackmus roth, wirkt sehr ätzend und zerstörend auf organische Stoffe. Die stickstoffhaltigen gelb. Die concentrirte Säure zieht aus der Luft Wasser an, jedoch weniger begierig, als Salzsäure. Säure von 1,526 spec. Gewicht erhitzt sich nicht, Säure von 1,420 spec. Gew. bringt damit Erkalten hervor, erhitzt sich aber noch mit Wasser. Die concentrirteste Säure von 1,55 spec. Gew. enthält nach Davy 80 M.Gewichte Salpetersäure und Wasser, also 0,15 bis 0,20 Wasser.

Uebersicht der wässrigen Salpetersäure an reiner Salpetersäure.

KIRWAN u. DALTON.

Nach URE, im Auszug (Schw. 35, 446).

Säure- procente.	Sied- punct.	Spec. Gew.	Säure- procente.	Spec. Gew.	Säure- procente..
82,7	38°?	1,5000	79,700	1,2887	39,053
72,5	80°?	1,4940	77,303	1,2705	36,662
68	99	1,4850	74,918	1,2523	34,271
58,4	115	1,4760	72,527	1,2341	31,880
54,4	120	1,4670	70,136	1,2148	29,489
51,2	119	1,4570	67,745	1,1958	27,098
44,3	117	1,4460	65,354	1,1770	24,707
37,4	113	1,4346	62,936	1,1587	22,316
32,3	111	1,4228	60,572	1,1403	19,925
28,5	109	1,4107	58,181	1,1227	17,534
25,4	108	1,3978	55,790	1,1051	15,153
23	106	1,3833	53,399	1,0878	12,752
21	105	1,3681	51,063	1,0708	10,361
19,3	104,5	1,3529	48,617	1,0540	7,970
17,8	104	1,3376	46,226	1,0375	5,579
16,6	104	1,3216	43,833	1,0212	3,188
		1,3056	41,444	1,0053	0,797

Zersetzungen der wässrigen Salpetersäure.

a. Durch eine weißglühende Porcellanröhre geleitet, welche in Sauerstoffgas und Stickgas. — b. Glüht die Röhre nur schwach, so zersetzt sich die Salpetersäure in Sauerstoffgas und salpetrige Säure. Dieselbe Zersetzung bewirkt das Sonnenlicht bei einer Säure von wenigstens 4 spec. Gew., welche unter Entwicklung von Sauer-

stoffgas eine gelbe Farbe annimmt. SCHEELÉ, GAY-LUSSAC. — c. Mischt man eine schwächere Säure mit Vitriolöl, so zeigt sie ebenfalls Zersetzung durch das Sonnenlicht, GAY-LUSSAC; erhitzt man gelinde eine mit 4 Vitriolöl gemischte Salpetersäure, so entwickelt sie sich als Sauerstoffgas und salpetrige Säure, verdünnte Schwefelsäure lassend. THÉNARD. Die Schwefelsäure bemächtigt sich demnach des Wassers, dessen Affinität zu der Salpetersäure vorzüglich ihre Bestandtheile vereinigt hielt.

2. a. Wasserstoffgas wirkt bei gewöhnlicher Temperatur nicht auf die Salpetersäure; mit ihren Dämpfen durch eine glühende Porcellanröhre geleitet, veranlaßt es heftige Verpuffung und Abscheidung von Stickgas. FOURCROY. — b. Diamant oxydirt sich nicht in der siedenden Salpetersäure. — c. Mit Boron zersetzt sich die schwach erwärmte Salpetersäure in Boraxsäure, Stickoxydgas und Stickgas. — d. Mit Phosphor bildet die Salpetersäure Phosphorsäure, Stickoxydgas und Stickgas; dieses erfolgt bei concentrirter Säure bei gewöhnlicher Temperatur unter starker, zuletzt bis zur heftigen Entzündung gehender Erhitzung; bei verdünnter bloß in der Wärme; mit concentrirter Salpetersäure befeuchtetes Papier, mit plattgedrücktem Phosphor geschlagen, bewirkt Knall. BRUGNATELLI. Die rothe Phosphorsubstanz oxydirt sich schneller, als der Phosphor; auch die phosphorige Säure wird durch Salpetersäure unter Stickoxydentwicklung in Phosphorsäure verwandelt. — e. Der Schwefel wird rasch und unter Wärmeentwicklung durch concentrirte Salpetersäure, sehr langsam durch verdünnte, in Schwefelsäure verwandelt. Die concentrirte Salpetersäure, mit hydrothionsaurem Gas in Berührung, oxydirt den Wasserstoff und einen Theil des Schwefels, während der andere gefällt wird: dagegen zersetzt die reine Salpetersäure nicht die wässrige Hydrothionsäure, sie müßte dann salpetrige Säure enthalten. A. VOGEL. — f. Selen wird durch gelinde erwärmte Salpetersäure in Selensäure verwandelt. — g. Iod wird nicht durch diese oxydirt, dagegen der Wasserstoff der Hydriodsaure. — h. Wässrige Salzsäure zersetzt sich mit Salpetersäure in

or, Wasser und salpetrige Säure. s. Salpetersalzsäure. — Die Salpetersäure absorbirt das Salpetergas desto reichlicher, je wasserfreier sie ist, und scheint dabei durch Abtreiben von Sauerstoff an dasselbe zu salpetriger und untersalpetriger Säure zurückgeführt zu werden. Salpetersäure von 5 spec. Gewicht absorbirt wenig, und färbt sich nicht; die von 1,32 spec. Gewicht wird grün; Säure von 1,41 wird orange, und Säure von 1,5 wird dunkelrothgelb; letztere entwickelt jetzt beim Erhitzen am meisten salpetrige Säure. THÉNARD. Nach PRIESTLEY wird die Salpetersäure nach Aufnahme von Stickoxydgas erst gelb, dann orange, dann olivengrün, dann hellgrün und zuletzt grünblau; dabei nimmt der Umfang und die Flüchtigkeit der Säure beträchtlich zu, und sie entwickelt einen dicken rothen Dampf. Sollte die grüne Färbung nicht immer auf untersalpetrige Säure hindeuten, so wie die rothgelbe auf salpetrige? \*) — k. Auch mit Ammoniak zersetzt sich die Salpetersäure in der Hitze.

3. Die Salpetersäure oxydirt die meisten Metalle, theils gewöhnlicher Temperatur, theils in der Siedhitze, und unzersetzt bleibende Theil derselben vereinigt sich meistens mit dem gebildeten Metalloxyde. Sie verwandelt sich nach dem Verlust von Sauerstoff theils in salpetrige Säure, theils in Stickoxyd und Stickoxydul, theils in Stickstoff. Die Oxydation ist um so vollständiger, je größer die Affinität des Metalls zum Sauerstoff, je höher die Temperatur und je concentrirter die Säure. Einige Metalle, wie Zinn, Kupfer, Eisen, bleiben in höchst concentrirter Salpetersäure unverändert, werden aber beim Hinzufügen von Wasser augenblicklich oxydirt. WOODHOUSE. In manchen Fällen tritt auch das Wasser seinen Sauerstoff an das Metall ab, und der

---

Die Ueberführung der Salpetersäure in salpetrige durch Hineinleiten von Stickoxydgas, und das Zerfallen der salpetrigen Säure durch Wasser in Salpetersäure und Stickoxydgas vermochte PRIESTLEY, BERTHOLLET, DAVY und THOMSON, die salpetrige Säure nicht für eine unmittelbare Verbindung des Stickstoffs mit Sauerstoff, sondern für eine Verbindung der Salpetersäure mit Stickoxyd zu erklären.

Wasserstoff desselben vereint sich dann mit dem Stickstoff der Salpetersäure zu Ammoniak, welches von noch unersetzter Salpetersäure aufgenommen wird. Diese Oxydation der Metalle erfolgt unter lebhafter Wärmeentwicklung, durch welche der anfangs vielleicht langsam erfolgende Oxydationsproceß immer rascher gemacht wird. Findet die Einwirkung unter der Glühhitze statt, so verbindet sich meistens das gebildete Metalloxyd mit der unzersetzt gebliebenen Salpetersäure zu einem salpetersauren Salze. — Salpetersäuredampf durch glühendes Eisen, Zinn u. s. w. geleitet, wird zu Stickgas. Concentrirte Salpetersäure, auf erhitzte Eisenfeile, oder auf schmelzendes Wismuth, Zink oder Zinn gegossen, bewirkt Entzündung. PROLST. Bei gewöhnlicher Temperatur zersetzt sich die Salpetersäure mit Zinn unter heftiger Erhitzung in Zinnoxid, Stickoxyd- und -oxydul-Gas, Stickgas und Ammoniak; bringt man 1 Zinn in 16 Salpetersäure von 1,2 spec. Gewicht, so entwickelt sich, wenn hier die Temperatur wegen des großen Säureüberschusses nicht über 33° geht, reines Stickoxydulgas, doch nicht viel; bei einem kleineren Verhältnisse der Säure, wobei die Erhitzung bis zu 40° geht, ist demselben Stickoxydulgas beigemischt. Salpetersäure von 1,3 spec. Gewicht, mit der 1- bis 3fachen Wassermenge verdünnt, entwickelt mit Zink reines Stickoxydulgas; nicht verdünnt, liefert es Stickoxydulgas, dem sich im Verhältniß, als die Erhitzung zunimmt, immer mehr Stickoxydulgas beigemengt. Salpetersäure von 1,3 spec. Gewicht, mit der 3fachen Wassermenge verdünnt, wirkt auf das Eisen in der Kälte nicht ein; bei 2facher Verdünnung entwickelt sie anfangs Stickoxydulgas mit wenig Stickoxydulgas, am Ende bloß letzteres, P. ERSCHL. Mit Antimon, Wismuth, Blei, Kupfer, Quecksilber und Silber entwickelt die Salpetersäure unter schwacher Erhitzung bloß Stickoxydulgas, dem bei zu heftiger Einwirkung Stickgas beigemischt ist. — Die Salpetersäure oxydirt bei keiner Temperatur Gold, Platin, Rhodium und Iridium, und, wenigstens in der Siedhitze, auch nicht Titan und Tantal.

4. Die meisten organischen Verbindungen erhitzten sich heftig mit der concentrirten Salpetersäure, oft bis zum Entzünden, so die Oele, Weingeist, Kohle. Die Salpetersäure wird hierbei in Salpetergas, auch oft in Stickgas verwandelt.

Die Salpetersäure verbindet sich ferner: b. Mit Wasserstoffhyperoxyd und Wasser. S. 241 und Ann. Chem. Phys. 8, 11 u. c. 91. — c. Mit Iod und Wasser. — d. Mit Salzsäure und Wasser. — e. Mit salpetriger Säure und Wasser.

f. Mit den salzfähigen Grundlagen bildet sie die *salpetersauren Salze*, die *Salpeter im Allgemeinen, Nitrates*. Man erhält diese theils durch Aussetzen stickstoffhaltiger organischer Körper, mit einer stärkern salzfähigen Basis gemengt, an die Luft; theils durch unmittelbare Verbindung der Salpetersäure mit der Basis, oder dem sich auf Kosten der Säure oxydierenden Metalle. — Die salpetersauren Salze haben meistens einen kühlenden Geschmack. — In der Glühhitze werden alle salpetersauren Salze zersetzt; einige salpetersaure Metalloxyde geben anfangs ziemlich reines Sauerstoffgas, und verwandeln sich dadurch in untersalpetrigsaure Salze; dann Sauerstoffgas mit Stickgas gemengt (Kali); andere, welche die Salpetersäure minder fest halten, geben Sauerstoffgas und salpetrige Säure (Bleioxyd); noch andere verlieren noch leichter, zugleich mit dem Wasser, die Salpetersäure in unzersetzter Gestalt (Alaunerde). Die Basis bleibt theils unverändert (Bleioxyd), theils noch mehr oxydirt (Manganoxydul), theils zu Metall reducirt (Silber) zurück. — Das salpetersaure Ammoniak zeigt noch ein besonderes Verhalten. — Brennbare nichtmetallische und metallische Körper zersetzen die salpetersauren Salze gewöhnlich erst in der Glühhitze, unter lebhafter, oft mit Explosion verbundener Feuerentwicklung, sofern sich der Stickstoff der Salpetersäure in Gasgestalt entwickelt, und durch die beim Uebertreten des Sauerstoffs von der Salpetersäure auf den brennbaren Körper entzündete Hitze einen hohen Grad von Elasticität erhält. Kohle, Eisen, Phosphor, Schwefel, Zink, Zinn u. s. w. Der durch den Sauerstoff der Salpetersäure oxydirte Körper vereinigt sich oft, wenigstens zum Theil, mit der zurückbleibenden Salzbasis. — Phosphor verpufft mit einigen salpetersauren Salzen schon durch den Schlag; Zinn zersetzt einige schon in der Kälte.

Die salpetersauren Salze werden in der Kälte durch die Schwefelsäure, bei wenig erhöhter Temperatur durch die Phosphorsäure, Arsensäure und Flußsäure, in der Glühhitze auch durch die Boraxsäure und oft auch durch die Kie-

selerde zersetzt, welche sich der Salzbasen bemächtigt. Ein mit Kupferfeile gemengtes salpetersaures Salz entwirft beim Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure Salpetersäure. Ueberschüssige Salzsäure zersetzt die salpetersauren Salze der Kälte unter Bildung von salzsaurem Salz, Chlor und salpetriger Säure. Sie ertheilen daher der Salzsäure das Vermögen, Gold aufzulösen. — Die salpetersauren Salze mit Ausnahme der basischen, sämmtlich in Wasser auflöslich. Mit einigen organischen Körpern zu künstlichen Farbstoffen, Gerbstoff u. s. w., wenn anders diese Verbindungen nicht salpetrigsaure sind.

### A n h a n g.

#### Atmosphärische Luft.

Da die gemeine Luft nach dem S. 19 aufgestellten Grundsatz nur als ein Gemenge von Sauerstoffgas und Stickgas, und nicht als eine chemische Verbindung der beiden Stoffe angesehen werden kann, so macht sie mehr einen Gegenstand der Atmosphärik und der analytischen Chemie (sofern Gemenge elastischer Flüssigkeiten nur durch chemische Mittel getrennt werden können), als der reinen Chemie aus.

Eigenschaften. Farblos. Spec. Gew., das des Wassers gleichgesetzt, bei 15,5° und bei 30 Zoll engl. äußerem Druck = 0,00125, sie ist also 816mal so leicht, als das Wasser, und 100 Würfel derselben wiegen bei 15,5° und bei 30 Zoll engl. Barometer, 1 Gran engl. SHUCKBURGH; 1 Liter wiegt bei 0° und 0,76 Meter Luftdruck 1,2991 Gramm, oder 1 Cubikdecimeter (welcher 1000 Gramm Wasser faßt) hält bei 0° und 0,76 Meter äußerem Druck 1,2991 Gramm. BIOT u. ARAGO. vgl. S. 138. — Geschmacklos und geruchlos; zum Athmen tauglich; das Verbrennen der Körper unterhaltend.

Gemengtheile. Die Luft ist ein Gemenge von Stickgas, Sauerstoffgas, kohlensaurem Gas und Wasserdampf, wozu noch viele zufällige, örtliche Verunreinigungen kommen, z. B. über Sümpfen Sumpfluft; — über Schwefelquellen hydrothionsaures Gas; — in der Nähe des Meeres und in seiner Nachbarschaft, wenn es längere Zeit regnet, 1) Salzsäure, entweder in freiem Zustande, oder als eine Basis, wie Natron, Kalk oder Bittererde, gebunden (vgl. VOGEL, *Gilb.* 66, 97; 72, 278, und v. DRIESSEN, *Schw.* 36, 13) und 2) eine die Silberauflösung bei Einwirkung des Lichts bewirkende, wahrscheinlich organische Materie (vgl. HERMSTÄDT, *Schw.* 32, 281, KRÜGER, *Schw.* 35, 379, PRÄFF, *Schw.* 35, 396,

ZIL, *Gilb.* 72, 282 u. 336); — über gesunden und kranken  
 1 über verwesenden organischen Körpern verschiedene Ausdün-  
 ngen, organische Dämpfe, die sich zum Theil als Ansteckungs-  
 fe verhalten. Nach STARK (*Thom. Ann.* 3, 140) soll das  
 Regenwasser, wenn einige Wochen lang kein Gewitter gewesen ist,  
 1k, in überschüssiger Kohlensäure gelöst, enthalten, und ZIM-  
 IRMANN (*Kastn. Arch.* 1, 257) will im Regenwasser neben  
 Kohlensäure, Salzsäure und der, die Silberlösung röthenden, von  
 n *Pyrrhin* genannten, organischen Materie, auch Kali, Kalk, Bit-  
 erde, Eisen, Mangan und zuweilen Nickel gefunden haben. Was-  
 stoffgas vermochten v. HUMBOLDT u. GAY-LUSSAC nicht in der  
 1st zu finden; auf keinen Fall kann es nach ihnen über 0,003  
 tragen.

Das Verhältniß des Stickgases zum Sauerstoffgas beträgt, wenn  
 an die geringe Menge der übrigen Gemengtheile übersieht, in der  
 reinen Luft dem Maasse nach 79 : 21, dem Gewichte nach  
 1,7 : 23,3. Dieses Verhältniß scheint fast unveränderlich zu seyn,  
 es sich bis jetzt in allen Jahren, in allen Jahreszeiten, bei allen  
 1inden, bei allen Witterungen, in allen Gegenden der Erde, in  
 1en Höhen der Luft gleich gezeigt hat, bis auf geringe, zwischen  
 und 78 Maafs Stickgas gegen 20 bis 22 M. Sauerstoffgas schwan-  
 1nde Abweichungen, die zum Theil in Beobachtungsfehlern liegen  
 1chten. — BERTHOLLET (*Gilb.* 5, 349) fand in Kairo und in Paris  
 100 Maafs Luft beinahe 22 M. Sauerstoffgas; — SAUSSURE  
 Genf (*Gilb.* 1, 508) 21 bis 22 Maafs; — DE MARTY (*Gilb.*  
 , 389) in Katalonien bei jedem Winde, Wetter, Barometerstand  
 d bei jeder Jahreszeit, auch bei Morästen und Sümpfen, und au-  
 1ten, wo sich mehrere Menschen aufhalten, 21 bis nicht ganz 22  
 1aafs; — DAVY (*Gilb.* 19, 394) zu Bristol und andern Orten  
 1glands, auch auf dem Meere an der Westküste Englands bei  
 1estwind, so wie in Luft, welche von der Küste von Guinea her  
 1schickt worden war, 21 Maafs; — BERGER (*Gilb.* 19, 412)  
 1dem Jura, auf den Gebirgen und in den Thälern Savoyens,  
 1den dortigen Gletschern und im Walliser Thal 20,3 bis 21,65  
 1aafs; — CONFIGLIACHI (*Schw.* 1, 144) auf dem Simplon, Mont  
 1uis und andern Bergen der Alpen 21, über sumpfigen Wiesen  
 , über Reiskfeldern 20,8, in verschlossenen Orten 20,3 Maafs; —  
 1Y-LUSSAC u. v. HUMBOLDT in Paris bei jeder Witterung und  
 1rzeit 20,9 bis 21,1 Maafs; — GAY-LUSSAC (*Gilb.* 20, 33)  
 136 Meter über der Oberfläche der Erde, so wie in Paris selbst  
 149 Maafs; — A. VOGEL u. KRÜGER (*Gilb.* 66, 94) über der  
 1see 20,59 Maafs; — HERMBSTÄDT (*Schw.* 32, 281) im April  
 1Ufer der Ostsee 20,5 Fuß über der See 21,5, und 16 Fuß  
 1r ihr 20,5 M. Sauerstoffgas (woraus er schließt, daß das Meer-  
 1er Sauerstoffgas entwickelt); — DALTON (*Phil. Ann.* 10, 304)  
 1England gewöhnlich 20,7 bis 20,8, seltener 21, und am 6. Januar



4825, bei 30,9 Zoll engl. Barometer und Nordostwind, als Höchstes, 21,15 Maafs; — BISCHOF endlich fand (*Schw.* 39, 165) in einem Steinkohlenbergwerk an der Ruhr 22,93 Maafs Sauerstoffgas während die Luft ausserhalb desselben blois 21,35 M. enthielt. Dieses Verhältniß des Sauerstoffgases zum Stickgas stellt sich auch in Zimmern und andern nicht genau vor dem Luftzutritt verwahrten Räumen schnell wieder her, in welchen durch Athmungs- und Verbrennungsprocesse das Sauerstoffgas vermindert wird. So enthielt die Luft des Theatre françois in Paris während des Schauspiels nach GAY-LUSSAC u. v. HUMBOLDT statt 21 Maafs Sauerstoffgas noch 20,2 Maafs, und trübte nur wenig das Kalkwasser.

In veränderlicherem Verhältnisse ist das kohlensaure Gas in der Luft beigemengt, welches zwar auch auf dem Montblanc nicht fehlt, SAUSSURE, auch in der 650 Toisen über Paris gesammelten Luft eben so reichlich enthalten seyn soll, wie in der Luft von Paris, BEAUVAIS; jedoch über der Ostsee bei Doberan und der Nordsee bei Dieppe fast ganz fehlt, während die Landluft dasselbe enthält, A. VOGEL (*Gilb.* 66, 95; 72, 279); dessen Menge ausserdem nach SAUSSURE (*Ann. Chim. Phys.* 2, 199; 3, 170) je nach der Jahreszeit variirt, sofern die Luft auf einer Wiese im August 0,00079, im Januar 0,000479 und im November bei regnigem stürmischem Wetter, als Minimum, 0,000425 Maasse kohlensaures Gas enthielt. DALTON bestimmt den Gehalt der Kohlensäure auf 0,001; CONFGLIACHI höchstens auf 0,008; und HUMBOLDT, wohl zu reichlich, auf 0,005 bis 0,018 der Luft dem Umfange nach.

Am meisten veränderlich ist der Gehalt der Luft an Wasserdampf, welcher reichlicher bei Süd- und Westwind, im Sommer und bei heissem Wetter in der Luft enthalten ist, als bei Nord- und Ostwind, im Winter und bei kaltem Wetter.

Der Wassergehalt der Luft wird durchs Hygrometer (S. 145 u. 147) bestimmt, durch die S. 233 genannten Körper entfernt.

Der Kohlensäuregehalt der Luft wird minder genau durch die Luftverminderung beim Zusammenbringen mit einer Basis, wie mit wässrigem Kali oder Kalkwasser, bestimmt, z. B. in v. HUMBOLDT'S Anthrakometer (*Gilb.* 3, 77); genauer, indem man einen Ballon, in dem sich ein wenig Barytwasser befindet, vielfach auspumpt und wieder mit neuer Luft füllt, nach jedesmaligem Füllen schüttelt und den erhaltenen kohlensauren Baryt dem Gewichte nach bestimmt.

Der Sauerstoffgehalt und damit auch der Stickstoffgehalt der Luft wird durch die sogenannten Eudiometer, Luftgütemesser, Sauerstoffmesser bestimmt, in denen man nämlich oxygenirbare Körper mit einer bestimmten Luftmenge zusammenbringt, und die durch die Absorption des Sauerstoffgases bewirkte Verminderung ihres Inhalts bemerkt. Die vorzüglichsten Eudiometer sind:

1. Das *Volta'sche Eudiometer*. (VOLTA. *Brugn. Ann. di chimica*, 1, 171; 2, 161; 3, 36. — HUMBOLDT u. GAY-LUSSAC. *Gehl.* 5, 45; auch *Gilb.* 20, 38. — A. BERTHOLLET. *Gilb.* 452). Die mit überschüssigem Wasserstoffgas gemengte Luft wird in der Verpuffungsröhre durch den elektrischen Funken deoirt. Das Sauerstoffgas beträgt  $\frac{1}{3}$  vom verschwundenen Luftvolumen. — Auch kann man die Verbindung durch schwammiges Platin bewirken. (DÖBEREINER. *Gilb.* 74, 272. — PLEISCHL. *Ann.* 39, 150 u. 204. — TURNER. *Pogg.* 2, 210).

2. Das *Achard'sche*, das *Berthollet'sche* (*Scher. J.* 4, 588) und das *Parrot'sche* (PARROT. *Gilb.* 10, 198. — BÖCKMANN. *ib.* 11, 67) *Eudiometer*, wo das Sauerstoffgas durch langsam verbrennenden Phosphor entzogen wird. Der verschwundene Luftvolumen zeigt die Menge des absorbirten Sauerstoffgases an, wozu nach BERTHOLLET noch  $\frac{1}{40}$  vom übrigbleibenden Stickgas gerechnet werden muß, da sich nach ihm das Stickgas durch Aufnahme von Phosphordampf um so viel ausdehnt.

3. Das *Reboul'sche* (*Ann. Chim.* 13, 38) und das *Seguin'sche* (*Ann. Chim.* 9, 293; auch *Crell Ann.* 1794, 2, 453) *Eudiometer*, in welchem das Sauerstoffgas durch rasch verbrennenden Phosphor entzogen wird; die Gefäße werden leicht zersprengt, wenn man nicht die Luft nur allmählig zu dem in einer mit Quecksilber gefüllten Röhre befindlichen erhitzten Phosphor treten läßt.

4. Das *Scheele'sche* (über *Luft und Feuer* 64) und das *de Lart'sche* (*Scher. J.* 8, 63; auch *Gilb.* 19, 389; ferner *N. Gehl.* 1, 146; auch *Gilb.* 28, 422) *Eudiometer*. (vgl. auch v. HUMBOLDT u. GAY-LUSSAC. *Gilb.* 20, 42 und HOPE. *Gilb.* 19, 385). Das Sauerstoffgas wird durch  $\frac{1}{4}$ stündiges Schütteln mit einer Auflösung von Schwefelkalium oder Schwefelcalcium entzogen: die Flüssigkeit muß kalt bereitet, oder zuvor mit Stickgas durch Schütteln mit demselben gesättigt seyn, weil sie sonst auch hiervon einen Theil verschlucken würde. Die Verminderung des Volumens giebt man die Sauerstoffmenge an.

5. Das *Fontana'sche Eudiometer*. Von PRIESTLEY entdeckt, ursprünglich von FONTANA (*Descrizione ed usi di alcuni strumenti per misurare la salubrità dell'aria. Firenze* 1770), INGENHOUSZ (*Crell chem. J.* 1, 215), LAVOISIER (*Crell Ann.* 1788, 2, 426), RAVENDISH (*An account of a new eudiometer. Lond.* 1783; auch *Phil. Transact.* 1783), HUMBOLDT (*Versuch einer Zerlegung des Stickstoffs*; ferner *Scher. J.* 1, 263; 2, 88 u. 146), DALTON (*Gilb.* 27, 369) und GAY-LUSSAC (*N. Gehl.* 9, 455; auch *Gilb.* 1, 37) verbessert. Das Sauerstoffgas wird der Luft durch hin- und hergelassenes Salpetergas entzogen; da sich jedoch 200 Maafs des Salpetergas mit wenigstens 50 und mit höchstens 150 Maafs Sauerstoffgas vereinigen können, um bald mehr untersalpetrige, bald mehr salpetrige, bald mehr Salpetersäure zu bilden, je nach dem Ver-

hältnisse der beiden Gasarten, je nach dem mehr oder weniger schnellen Uebertreten der einen Gasart in die andere, je nach Oberfläche des Wassers, dem Schütteln oder nicht Schütteln Gemenges, je nachdem die Luft oder das Stickoxydgas zuerst in die Röhre gebracht wird u. s. w., so bleibt dieses Eudion aller Verbesserungen ungeachtet das unsicherste. Von dem verschwundenen Lustraume ist auf Rechnung des Sauerstoffgas schreiben: nach SCHERER  $\frac{1}{5}$ , nach INGENHOUS  $\frac{10}{45}$ , nach LUSSAC, wofern man ein weites Mischungsgefäß anwendet, nicht schüttelt,  $\frac{1}{4}$ , nach HUMBOLDT  $\frac{10}{36}$ , nach LAVOISIER bis  $\frac{100}{383}$ , nach PRIESTLEY  $\frac{100}{279}$ , nach HILDEBRANDT  $\frac{1}{3}$ , nach DALTON  $\frac{1000}{2714}$  bis  $\frac{1000}{4428}$ .

6. Das *Davy'sche Eudiometer* (Gilb. 19, 394). Mit Sauerstoffgas gesättigte Eisenvitriolaufösung dient hier zur Absorption des Sauerstoffgases. Am Ende des Processes tritt leicht etwas Sauerstoffgas aus, welches durch Eisenvitriolaufösung wieder hienzu verschafft wird.

Die Eudiometer 1, 2 und 4 sind die sichersten.

### Stickstoff und Wasserstoff.

#### A. Stickwasserstoff der olivenfarbenen Substanzen.

Die Verbindung von 1 M.G. Stickstoff mit 1 bis 2 Wasserstoff ist bis jetzt noch nicht für sich dargestellt, dern man kennt sie nur in Vereinigung mit Kalium und Natrium, mit denen sie die sogenannten *schmelzbaren olivenfarbenen Substanzen* bildet.

#### B. A m m o n i a k.

*Ammonium, flüchtiges Alkali, flüchtiges Laugensalz, Ammoniacum, Ammonium, Ammoniacum; — als Gas: Ammoniakgas, ammoniakalische Luft, urinöse Luft, Gas ammoniacum, Gas ammoniacum.* Findet sich, mit Säuren verbunden, im Salmiak der Vulkane, im Seewasser, MARCET; im Harn; in den durch Fäulnis stickstoffhaltender organischer Körper gebildeten Ammoniaksalzen; viel auch in der Luft, da nach SAUSSURE (A. Gehl. 4, 691) saure Alaunerde an der Luft allmählig zu Alaun wird.

Bildung. 1. Beim Verbrennen eines Gemenges von Wasserstoffgas, Sauerstoffgas und Stickgas entsteht salpetersaures Ammoniak. THEOD. SAUSSURE. 2. Beim Zusammenbringen von feuchter Eisenfeile mit Stickgas erhält man Ammoniak. AUSTIN. — HALL (Ann. 1

11, 42) misslang dieses; vielleicht wandte AUSTIN etwas Er-  
wärmung an, wo das Eisen eher das Wasser zu zersetzen vermag.

Feuchtes Salpetergas, über glühende Eisenfeile gelei-  
gebt Ammoniak. MILNER (*Crell Ann.* 1795, 1, 554). —  
Salpetergas, durch feuchte Eisen- und Zinn-Feile, durch  
Hydrothionsäure, durch feuchte hydrothionsaure und hy-  
drocyanigsaure Alkalien zersetzt, liefert Ammoniak. PRIEST-

AUSTIN, DAVY. — 5. Bei der Zersetzung der Salpe-  
tre durch Zinn bildet sich salpetersaures Ammoniak.

439. — FABRONI erhielt auch efflorescirtes kohlenau-  
Ammoniak, als er ein Gemenge von Eisenfeile und sehr  
verdünnter Salpetersäure über Nacht in einem Gefäße liefs.

(*er. J.* 8, 323; auch *Gilb.* 5, 359). — 6. Beim Erhitzen  
Salpeters mit Gummi, VAUQUELIN, oder mit  $\frac{5}{8}$  Wein-  
stein, PAGENSTECHER, erzeugt sich Ammoniak. — 7. Cyan-  
wasserstoffsäure, Blausäure und Schwefelblausäure liefern bei meh-  
reren Zersetzungen Ammoniak. — Hierauf beruht auch die von

BRUNN und DÖBEREINER beobachtete Ammoniakentwicklung beim  
Zusammenbringen einer stickstoffhaltigen, mit Kali geglähten  
Kohle mit Wasser. — 8. Stickstoffhaltige organische Ver-  
bindungen erzeugen sowohl beim Faulen, als bei starker Er-  
wärmung, vorzüglich bei abgehaltenem Luftzutritt, Ammoniak.

Auch beim Erhitzen des Kalihydrats oder anderer gewässelter  
Alkalien mit Zucker und andern stickstofffreien organischen  
Verbindungen, oder mit Zink, Zinn, Blei, Arsenik oder Kalium  
entwickelt sich, selbst wenn man, um alles Stickgas abzuhalten, den  
Apparat im Wasserstoffgas vornimmt, etwas Ammoniak. FARADAY

(*Art. J. of Sc.* 19, 16; auch *Schw.* 44, 341; auch *Pogg.* 3,  
auch *Kastn. Arch.* 5, 442). Diese Erscheinung erklärt BRUNN  
(*Schw.* 45, 204) aus der Schwierigkeit, Wasserstoffgas zu  
erhalten, welches frei von Stickgas ist; dieses Stickgas vereinigt sich  
mit ihm mit dem Wasserstoff, der aus dem Kalihydrat, dem Zucker  
u. s. w. durch das Zink oder andere Metalle entwickelt wird,  
zu Ammoniak.

Ein Maafs Stickgas, mit 3 Maafsen Wasserstoffgas gemengt, ver-  
ändert sich damit weder durch Erhitzen zu Ammoniak, noch auch  
unter starker Compression, da dieses Gemenge, mit etwas Salpeter-  
wasser und mit Quecksilber gesperrt, 540 Meter tief in das Meer  
senken, wo der Luftdruck der 50fachen ist, nach LAROCHE (*Schw.*  
23 u. 172) keine Veränderung erleidet.

**Darstellung.** 1. Im tropfbaren Zustande: S. 144.

2. Im luftförmigen: 1 Salmiak wird mit 2 Kalk in Pulverform gemengt und in einem eisernen oder gläsernen Gasentbindungsgefäße allmählig fast bis zum Glühen erhitzt. Das Gas wird über Quecksilber aufgefangen.

**Eigenschaften.** Im tropfbaren Zustande farblos, sehr dünnflüssig; bricht das Licht stärker, als Wasser und als tropfbare Hydrothionsäure. Das Gas ist farblos. Es geht nach GUYTON-MORVEAU (*Scher. J.* 3, 57) bei  $-53^{\circ}$  in den tropfbaren Zustand zurück. Spannung, spec. Gewicht und Lichtbrechende Kraft desselben S. 124, 137 u. 139. — Riecht sehr stechend, reizend, erweckend; Thiere sterben darin; wirkt nicht ätzend; schmeckt scharf alkalisch; rüthet Curcuma, auch das vollkommen trockene Curcumapapier, und grünt Veilchensaft, welche Farbenveränderungen beim Aussetzen an die Luft verschwinden. — Wenig brennbar; das Verbrennen anderer Körper nicht unterhaltend.

	M.G.		C.L. Berthollet		Am. Berthollet		Maass sp.
Stickstoff	1	14	82,35	80,7	81,13	Stickgas	1 0,97
Wasserstoff	3	3	17,65	19,3	18,87	Wasserstoffg.	3 0,97
Ammoniak	1	17	100,00	100,0	100,00	Ammoniakg.	1 0,97

**Zersetzungen.** 1. a. Läßt man elektrische Funken fortgesetzt durch möglichst trockenes Ammoniakgas schlagen, verdoppelt es seinen Umfang, und ist in ein Gemenge von Maassen Wasserstoffgas gegen 1 Maass Stickgas verwandelt. 100 M. Ammoniakgas lieferten HENRY in früheren Versuchen bis 199, in späteren 200 bis 204, C. L. BERTHOLLET 194 u. AM. BERTHOLLET 204 M. zersetztes Gas, welches nach HENRY in früheren Versuchen in 100 Maassen 26,25 Stickgas gegen 73,75 Wasserstoffgas, nach seinen spätern 25 Stickgas gegen 75 Wasserstoffgas, nach AM. BERTHOLLET 24,5 Stickgas gegen 75,5 Wasserstoffgas enthält. — b. Glühhitze bewirkt dieselbe Zersetzung, namentlich nach PRIESTLEY das Hindurchleiten des Ammoniakgases durch eine rothglühende enge Glasröhre. Nach AM. BERTHOLLET und THÉNARD zersetzt sich Ammoniak nur wenig beim Hindurchstreichen durch eine glühende Por-

nröhre; vollständiger, wenn dieselbe mit Porcellanstück, noch vollständiger, ohne Zweifel, weil der Wärme Uebergangspuncte dargeboten werden, wenn sie mit alldrath gefüllt ist, wobei Eisen zersetzender wirkt, als fer, worauf dann Gold, Silber und zuletzt Platin folgt. ei sollen die Metalledrätze an Gewicht durchaus nicht verändert seyn, ob sie gleich ganz spröde geworden sind, und Kupfer eine gelbe oder weisse Farbe angenommen hat.

2. a. Ein Gemenge von 2 Maafs Ammoniakgas und wenigstens 1, höchstens 6 Maassen Sauerstoffgas ist fähig, durch elektrischen Funken zu verpuffen. Hierbei erzeugen, wenn Sauerstoffgas überschüssig ist, Stickgas, Wasser salpetersaures Ammoniak, in Gestalt eines Nebels; wenn Ammoniakgas vorwaltet, Stickgas, Wasserstoffgas und Wasser, sofern das nicht verbrannte Ammoniak durch die entstandene Hitze in seine gasförmigen Bestandtheile zerfällt.

Luft gemengtes Ammoniakgas vergrößert die Flamme des flammenden Körpers, ohne die Entzündung weiter fortzupflanzen; es verpufft bei keinem Verhältnisse durch den elektrischen Funken, der jedoch bei fortgesetztem Hindurchgehen eine langsame Verbrennung veranlaßt. HENRY. —

warmes Platin wirkt auf das mit Sauerstoffgas gemengte Ammoniakgas nicht ein, wenn kein Wasserstoffgas vorhanden ist. DÖNINER. —

b. Ein Gemenge aus Ammoniakgas und Stickoxydulgas, in welchem ersteres wenigstens  $\frac{1}{2}$  und höchstens ausmacht, verpufft durch den elektrischen Funken, und, bei überschüssigem Stickoxydulgas zu Wasser, Stick-, Sauerstoffgas und wenig salpetriger Säure, wobei etwas Stickoxydul unzersetzt bleibt; bei überschüssigem Ammoniakgas zu Wasser, Stickgas und Wasserstoffgas, nebst etwas unzersetztem Ammoniak. In beiden Fällen vermindert sich

Umfang nur wenig. HENRY. vgl. auch BISCHOF (Schw.

257). — c. Auch das mit einer angemessenen Menge Stickoxyd gases gemengte Ammoniakgas verpufft durch den elektrischen Funken zu ähnlichen Producten. HENRY. Bei höherer Temperatur vermindert sich ein Gemenge aus

gleichen Maassen Ammoniak- und Stickoxyd-Gas in einem Monate um die Hälfte, ohne noch völlig zersetzt zu seyn; es hat sich Stickgas und wahrscheinlich auch Stickoxydulgas gebildet. Wässriges Ammoniak erzeugt in Berührung mit Stickoxydgas ebenfalls Stickoxydulgas. GAY-LUSSAC. — d. Das Ammoniakgas zersetzt sich bei gewöhnlicher Temperatur schnell und heftig sowohl mit der tropfbaren, als mit der dampfförmigen salpetrigen Säure, unter Entwicklung von Stickpetergas und Stickgas. DULONG. — e. Die Zersetzung des mit Schwefel-, Selen-, Iod-, Chlor-, untersalpétrig und Salpéter-Säure verbundenen Ammoniaks s. bei diesen Salzen. — f. Das Ammoniakgas zersetzt sich mit vielen Metalloxyden, oft schon unter der Glühhitze, in Wasser, Stickgas, in mehr oder weniger reducirtes Metall, und auch in salpetrige Säure.

3. a. Mit glühender Kohle bildet das Ammoniak Bittersäure, SCHEELÉ (und Wasserstoffgas?). — b. Mit Phosphordämpfen durch eine glühende Röhre geleitet, zerfällt es sich in Phosphorwasserstoffgas, und in mit Phosphordämpfen beladenes Stickgas; dergleichen mit Schwefeldämpfen Wasserstoffgas, Stickgas und ein krystallisirtes Gemenge von hydrothion- und hydrothionig-saurem Ammoniak. Die Zersetzung durch Schwefelkohlenstoff s. S. 324 u. 325. — c. Iod zersetzt sich mit Ammoniak bei gewöhnlicher Temperatur jedoch nur bei Gegenwart von Wasser, in Iodstickstoff und in hydriodsaures Ammoniak. — Von 4 M.G. Ammoniak tritt 1 M.G. seine 3 M.G. Wasserstoff an 3 M.G. Iod ab, woraus 3 M.G. Hydriodsäure entspringen, die sich mit 3 M.G. unzersetztem Ammoniak zu hydriodsaurem Ammoniak vereinigen, der aus dem zersetzten Ammoniak abgeschiedene Stickstoff bildet mit einem andern Theile des Iods Iodstickstoff. — d. Im Chlorgas verbrennt das Ammoniakgas bei gewöhnlicher Temperatur mit rother und weißer Flamme zu Stickgas und zu salzsaurem Ammoniak. — Auch hier wird von 4 M.G. Ammoniak nur 1 M.G. zersetzt, dessen 3 M.G. Wasserstoff mit 3 M.G. Chlor 3 M.G. Salzsäure bilden, die sich mit 3 M.G. unzersetztem Ammoniak zu Ammoniak verdichten; während der aus dem ersten M.G. Ammoniak



iedene Stickstoff keine Verbindung mit Chlor eingeht. Oder Maäßen: 8 Maäße Ammoniakgas zersetzen sich mit 3 Maäßen Stickgas zu 1 M. Stickgas und zu Salmiak, indem 2 M. Ammoniakgas ihre 3 M. Wasserstoffgas an die 3 M. Chlorgas abtreten, damit 6 M. salzsaures Gas zu erzeugen, die sich gerade mit Ammoniakgas zu Salmiak verdichten, während sich aus den letzten 2 M. Ammoniakgas 1 M. Stickgas entwickelt. — Die kleinen Blasen von Chlorgas, welche man in concentrirtes wässriges Ammoniak leitet, veranlassen kleine Verpuffungen, im Dunkeln bemerklicher, Lichtentwicklung. Simon (Ber. J. 9, 588). — e. Wirkt das Chlor auf Ammoniak, welches von einer stärkeren Säure gebunden und in Wasser gelöst ist, so erfolgt die Zersetzung durch Chlor langsamer, der dabei aus dem Ammoniak geschiedene Stickstoff tritt in Verbindung mit einem Theil des Chlors. — f. Mit 45 Maäßen Chloroxydgas zersetzen sich 68 M. Ammoniakgas bei ähnlicher Temperatur in Stickgas und in salzsaures und wässriges Ammoniak. STADION.

Verbindungen. a. *Wässriges Ammoniak*. — *Liquides Ammoniak*, *Salmiakgeist*, *ätzender Salmiakgeist*, *Spiritus salis ammoniaci causticus*.

Das Ammoniakgas wird sehr schnell und unter beträchtlicher Wärmeentwicklung vom Wasser verschluckt. Eis verflüssigt das Gas schnell unter Schmelzung und Temperaturerniedrigung. Nach DAVY absorbirt 1 Maäß Wasser bei  $+10^{\circ}$  bei 29,8 Zoll engl. Barometerstand höchstens 670 Maäße Ammoniakgas, also beinahe die Hälfte seines Gewichts; sein spec. Gewicht beträgt alsdann 0,875. Nach DALTON nimmt Wasser bei größerer Kälte noch etwas über die Hälfte des Gewichts auf, so daß sein spec. Gewicht bis zu 0,850 sinkt. 6 Maäße Wasser geben 10 Maäße gesättigtes wässriges Ammoniak.

Darstellung. Man entwickelt das Ammoniakgas durch Erhitzen von Salmiak mit gleichviel Kalk, der mit 2 bis 3 Wasser erst gelöscht, dann in einen Brei verwandelt ist, in eisernen, kupfernen, steinguternen oder gläsernen Gefäßen, bis kein Ammoniak mehr entwickelt, und leitet dasselbe

durch die Flaschen des Woulfe'schen Apparats, welche Ganzen soviel Wasser enthalten, als Salmiak angewandt wurde auf eine solche Weise vertheilt, wie es S. 383 bei der wässrigen Salzsäure angegeben ist. — Das wässrige Ammoniak der ersten Flasche ist mit brenzlichem Oel, und oft mit Salzsäure verunreinigt.

Eigenschaften. Wasserhelle Flüssigkeit. Spec. Gew. zwischen 1,000 und 0,850, je nach dem Gehalte an Ammoniak. Gefriert in concentrirter Gestalt erst bei  $-38^{\circ}$  bis zu glänzenden biegsamen Nadeln, bei  $-49^{\circ}$  zu einer gallertartigen Masse, wobei es fast ganz geruchlos wird. FOURCROY u. VAUQUELIN. — Riecht wie das Ammoniak, schmeckt brennend, scharf, urinos. — Beim Erhitzen der Flüssigkeit bis zu ungefähr  $55^{\circ}$  entweicht nach TOWNSEND Ammoniakgas.

### Gehalt des wässrigen Ammoniaks an Ammoniak

Nach DALTON (in s. N. Syst. 2, 230).			Nach DAVY (in s. Elem. 1, 241)*.		Nach UNZIGER (in Schw. 32, 1).	
Spec. Gew.	Ammoniakprocente.	Siedepunct.	Spec. Gew.	Ammoniakprocente.	Spec. Gew.	Ammoniakprocente.
0,85	35,3	— $4^{\circ}$	0,8750	32,3*	0,8914	27,4
0,86	32,6	+ $3,5$	0,8857	29,25	0,8937	27,4
0,87	29,9	+ 10	0,9000	26	0,8983	26,4
0,88	27,3	+ 17	0,9054	25,37*	0,9000	26,1
0,89	24,7	+ 23	0,9166	22,07	0,9090	23,4
0,90	22,2	+ 30	0,9255	19,54	0,9133	22,1
0,91	19,8	+ 37	0,9326	17,52	0,9227	19,4
0,92	17,4	+ 44	0,9385	15,88	0,9275	18,1
0,93	15,1	+ 50	0,9435	14,53	0,9363	15,7
0,94	12,8	+ 57	0,9476	13,46	0,9410	14,1
0,95	10,5	+ 63	0,9513	12,40	0,9510	11,4
0,96	8,3	+ 70	0,9545	11,56	0,9564	10,4
0,97	6,2	+ 79	0,9573	10,82	0,9662	7,4
0,98	4,1	+ 87	0,9597	10,17	0,9716	6,4
0,99	2	+ 92	0,9616	9,6	0,9828	3,4
			0,9692	9,5*	0,9887	2,4

b. Mit Phosphor. — c. Mit Schwefelkohlenstoff.  
d. Mit Iod. — e. Mit Phosgen. — f. Mit Chlorbor.

\*) Die 3 mit Sternchen bezeichneten Angaben sind durch Versuche gefunden, die übrigen sind durch Rechnung gefunden.

Mit Chlorphosphor. — h. Mit Chlorschwefel. — i. Mit erstoffchlorschwefelkohlenstoff. — k. Mit Fluorboron.

l. Mit den Säuren, mit denen es die *Ammoniaksalze* bil-

Das Ammoniak kann sich nur mit den Wasserstoffsäuren ohne Zutritt von Wasser vereinigen; dieses ist dagegen der Bildung eines sauerstoffsäuren Ammoniaksalzes durchnothwendig, und wir kennen deshalb z. B. das kohlenre, schwefelsaure, phosphorsaure, salpetersaure u. s. w. moniak bloß in Verbindung mit Wasser, dessen Entziehung nicht ohne Zersetzung dieser Salze möglich ist. Das Wasser scheint hier die Verbindung vermitteln zu müssen, weil es gleich den Sauerstoffsäuren Sauerstoff, und gleich dem Ammoniak Wasserstoff enthält; diese Vermittelung ist erforderlich bei den Verbindungen der Wasserstoffsäuren mit Ammoniak, da sie als gemeinschaftlichen Bestandtheil Wasserstoff enthalten, und bei den Verbindungen der Sauerstoffsäuren mit Metalloxyden, die beide Sauerstoff enthalten. — Man erhält die meisten Ammoniaksalze durch unmittelbares Zusammenbringen des Ammoniaks und kohlensauren Ammoniaks mit den Säuren. — Obgleich die Affinität des Ammoniaks gegen die Säuren geringer ist, als die der eigentlichen Alkalien, so neutralisirt es dieselben doch am vollständigsten.

Die Ammoniaksalze zeigen meistens einen stechendsalzigsten, etwas urinosen Geschmack. Im Feuer werden alle Wasserstoffsäure Ammoniaksalze und das kohlensaure Ammoniak zerlegt verflüchtigt, die übrigen sauerstoffsäuren Ammoniaksalze entwickeln in der Hitze entweder das unzersetzte Ammoniak, während die unzersetzte Säure bleibt (Phosphorsäure), oder der Wasserstoff des Ammoniaks verbindet sich ganz oder zum Theil mit dem Sauerstoff der Säure (Salpetersäure). Mit einem andern Alkali entwickeln die Ammoniaksalze den Geruch nach Ammoniak. Ihre concentrirte Auflösung giebt krystallinische Niederschläge mit Weinsteinsäure, schwefelsaurer Alaunerde, mit phosphorsaurer Bittererde und mit salzsaurem Platinoxid.

Sie sind sämmtlich in Wasser löslich. Sie bilden viele Doppelsalze mit den Salzen des Natrons, der Bittererde, der Alaunerde, des Manganoxyduls, des Kobalt-, Zink-, Nickel-, Kupfer-, Platin-, Palladium-, Rhodium- und Iridium-Oxyd und andern.

m. Mit mehreren schweren Metalloxyden, wie Chromoxydul, Uran-, Tellur-, Wismuth-, Zink-, Cadmium-, Zinn- und Blei-Oxyd, Eisenoxydul, Kobalt- und Nickel-Oxyd, Kupfer-Oxydul und -Oxyd, und mit Silberoxyd bildet es wässrige Ammoniak Auflösungen; mit Quecksilber-, Silber-, Gold-, Platin- und Rhodium-Oxyd bildet das Ammoniak feste, verpuffende Verbindungen.

n. Mit vielen Chlormetallen, sofern die Verbindungen des Kaliums, Baryums, Strontiums, Calciums, Wismuths, Zinns, Eisens, Kupfers, Quecksilbers und Silbers mit Chlor das Ammoniakgas, oft in großer Menge, verschlucken. Die meisten dieser Ammoniak-Chlormetalle verlieren ihr Ammoniak sowohl durch Erhitzen; als durch Zufügen von Wasser. *FRÉDÉRIC RADAY.*

o. Mit Fluorsilicium. — p. Mit einigen Cyanmetallen.

q. Mit einigen nicht sauren Stoffen des organischen Reichs, wie Zucker, Weingeist u. s. w.

### C. Wasserstoffstickstoff des Ammoniumamalgams.

Mit dem Quecksilber sind 4 Mischungsgewichte Wasserstoff auf 1 Mischungsgewicht Stickstoff verbindbar. Diese Verbindung ist jedoch noch nicht ohne Quecksilber dargestellt worden.

## Stickstoff und Kohlenstoff.

### A. Stickkohlenstoff.

Setzt sich bei der freiwilligen Zersetzung des wässrigen Cyans und der Blausäure in braunen Flocken nieder.

Enthält vielleicht 3 M.G. Kohlenstoff gegen 1 M.G. Stickstoff.

Längere Zeit an der Luft geglüht, verglimmt er vollständig; bei kürzerem Glühen läßt er eine Kohle, die beim

hen mit Kali kein Cyankalium mehr liefert, während der t an der Luft erhitzte Stickkohlenstoff beim Glühen mit Cyankalium erzeugt. v. ITTNER. Beim Erhitzen in einem iße entwickelt der Stickkohlenstoff nach PROUST, nicht ITTNER, blausaures Ammoniak.

Er ist wenig in kaltem, leichter in heißem Wasser, noch ter in wässrigen Alkalien mit brauner Farbe löslich.

### B. C y a n.

*Blaustoff, Cyanogène, Cyangas.* — Findet sich in organischen ern als Blausäure und als Schwefelblausäure.

**Bildung.** 1. Beim Glühen stickstoffhaltiger Kohle mit Alkalien, oder nach SCHEELÉ auch beim Glühen von iak mit Kohle oder Reißblei und mit fixen Alkalien nimmt Theil des Kohlenstoffs den Sauerstoff des Alkali's auf, end der andere, mit Stickstoff zu Cyan verbunden, das ll des Alkali's in Cyanmetall verwandelt. Kohle, in Stick- geglüht, bleibt unverändert; bei Gegenwart von Kali möchte Cyankalium erzeugen. — 2. Leitet man Ammoniakgas durch, ner Porcellanröhre stark glühende, Kohle, TROMMSDORF, ET (*Crell Ann.* 1796, 1, 45), BONJOUR (*J. polytechn. Cah.* 36, auch *Scher. J.* 2, 621); — oder glüht man in einer rte überschüssige Kohle mit Salmiak und entweder mit , oder besser mit Bleiglätte (sofern diese das Ammoniak erst er Glühhitze entwickelt, und zugleich dessen überschüssigen serstoff oxydirt), VAUQUELIN, BUCHOLZ, SCHRADER (*Scher.* , 626 u. 628) und ITTNER; — so erhält man in der Vor- Blausäure. — 3. Bei der Behandlung vieler organi- r Stoffe mit Salpetersäure erzeugt sich Blausäure.

**Darstellung.** 1. Als tropfbare Flüssigkeit: S. 144. — 2. Als : Durch gelindes Erhitzen des vollkommen trocknen Cyan- ksilbers in einem Gasentwicklungsapparat. GAY-LUSSAC. Gas wird über Quecksilber aufgefangen und nach DAVY durch ksilberoxyd vom beigemengten Blausäuredampf befreit.

**Eigenschaften.** Im tropfbaren Zustande farblos, sehr dünn- ig, nicht bei  $-17,8^{\circ}$  gefrierend, von ungefähr 0,900 spec.

Gewicht, das Licht, wie es scheint, etwas schwächer brechend, als Wasser. Vergast sich langsam beim Oeffnen des Gefäßes. DAVY u. FARADAY. Als Gas farblos. Spannung, spec. Gewicht und lichtbrechende Kraft des Gases S. 134, 137 u. 139. — Riecht eigenthümlich durchdringend. Wahrscheinlich giftig. Brennbar.

	M.G.				Maafs	sp. Gew.
Stickstoff	1	14	53,9	Stickgas	1	0,9706
Kohlenstoff	2	12	46,1	Kohlenstoffdampf	2	0,8320
Cyan	1	26	100,0	Cyngas	1	1,8006

Zersetzungen. 1. Cyngas, über weißglühendes Eisen geleitet, wird zu Stickgas; das Eisen wird spröde und mit Kohle bedeckt. — Erhitztes Kupfer, Gold und Platin wirken nicht auf das Gas ein; dergleichen nicht Phosphor, Schwefel und Iod, in demselben erhitzt; dergleichen nicht Wasserstoffgas, weder beim Erhitzen, noch beim Hindurchschlagen elektrischer Funken durch das Gemenge. GAY-LUSSAC. — 2. Hindurchschlagen elektrischer Funken verwandeln das Cyngas unter Abscheidung von Kohle in Stickgas von unverändertem Umfang. DAVY. — 3. An der Luft verbrennt das Gas nach dem Entzünden mit kermesinrother Flamme. Mit Sauerstoffgas gemengt, detonirt es durch den elektrischen Funken äußerst heftig, bis zum Zersprengen starker Eudiometer. 100 Maasse Cyngas verzehren ungefähr 200 Maasse Sauerstoffgas; es findet dabei eine Umfangsverminderung von 4 bis 9 Maassen statt, die nach GAY-LUSSAC auf Rechnung von etwas dem Cyngas beigemengtem Wasserstoffgas zu schreiben ist. Barytwasser absorbirt 195 bis 200 Maasse kohlensaures Gas und es bleiben 94 bis 98 Maasse Stickgas. Platinschwamm veranlaßt das Verbrennen des mit Sauerstoffgas gemengten Cyngas bloß in der Wärme. WÖHLER. Cyngas in der Luft, an glühendem Platindrath langsam verbrennend (S. 202, Anmerk. Nro. 5) erzeugt gelbe Dämpfe von salpetriger Säure. DAVY. — 4. Cyngas, durch glühendes Kupferoxyd geleitet, verwandelt sich in 2 Maasse kohlensaures Gas auf 1 Maass Stickgas. GAY-LUSSAC.

5. Die anfangs farblose Verbindung des Cyans mit Wasser färbt sich in einigen Tagen gelb, dann braun, setzt braune

cken von Stickkohlenstoff ab, und bekümmert einen schwärzen, der Blausäure ähnlichen Geruch. Die zersetzte Flüssigkeit hält Ammoniak, theils mit Kohlen- und Blau-Säure, theils mit einer vielleicht eigenthümlichen Säure verbunden.

VAUQUELIN. — Die Verbindung des Ammoniaks mit letzterer Säure schießt beim Abdampfen des zersetzten wässrigen Cyans in blauen Krystallen an. Das Salz hat einen frischen stechenden Geschmack; auf einem glühenden Eisen schäumt es auf, verdampft mit Rücklassung einer kohligen Spur, ohne sich zu entzünden; es spruht nicht auf glühenden Kohlen; mit Vitriolöl übergossen, entwickelt es eine geruchlose, mit Ammoniak einen Nebel bildende Säure; dagegen entwickelt es mit Salzsäure Blausäure. Seine wässrige Lösung bildet mit salpetersaurem Baryt, essigsäurem Blei und salpetersaurem Silberoxyd weisse, in Salpetersäure lösliche Niederschläge; sie fällt aus Eisensalzen kein Berlinerblau, auch nicht bei Zusatz von Kali. Sollte dieses Salz cyansaures Ammoniak seyn? Das Verhalten gegen Salzsäure und salpetersauren Baryt macht dies noch zweifelhaft. Dieselbe Zersetzung, wie im Wasser, erleidet auch das vom Weingeist absorbirte Cyan, jedoch um so langsamer, je wasserfreier derselbe ist, und das vom wasserfreien Aether absorbirte gar nicht, da die Bestandtheile des Wassers zu der Bildung jener Producte beitragen müssen. VAUQUELIN. — Als VAUQUELIN mit Cyan gesättigtes Wasser im Winter einige Monate lang selbst überlassen hatte, so waren in der bläulichgelben, blausauren und kohlensauren Ammoniak haltenden Flüssigkeit pomeranzengelbe, durchsichtige, dendritische Krystalle von eigener Natur angeschossen. Diese sind geschmack- und geruchlos; sie liefern, unter Zurücklassung von Kohle, beim Erhitzen in einer Glasröhre etwas Wasser, Blausäure und Ammoniak nebst einem weissen Sublimat, welches unveränderte, nur entwässerte Substanz zu seyn scheint; auf der glühenden Kohle verdampfen sie mit weißem Rauch und starkem Geruch nach blausaurem Ammoniak, wenig Kohle lassend; sie werden von Wasser, verdünnten Säuren und wässrigem Kali wenig gelöst, noch zersetzt, und geben, erst mit Kali, dann mit einem Eisensalze behandelt, kein Berlinerblau. VAUQUELIN hält diese Krystalle für eine Verbindung von Stickstoff und Kohlenstoff, die durch größern Kohlenstoffgehalt vom Cyan unterscheidet.

6. Wässrige fixe Alkalien absorbiren das Cyangas reichlich und bilden eine braune Flüssigkeit, welche freies Ammoniak nebst, an das fixe Alkali gebundener, Kohlensäure, Blausäure, Cyansäure und darin meist gelöst bleibendem Stickkohlenstoff enthält. Aehnlich wirkt das Quecksilberoxyd auf das wässrige Cyan. VAUQUELIN. — Das wässrige Cyan verliert



in Berührung mit Quecksilberoxyd seinen Geruch, während das Oxyd theils durch Beimengung von Stickkohlenstoff braun wird, theils sich löst. Die Flüssigkeit entwickelt beim Erhitzen kohlensaures Ammoniak, und läßt beim Abdampfen Cyanquecksilber und zugleich cyansaures Quecksilberoxyd? in durchsichtigen 4seitigen Tafeln mit oft abgestumpften Kanten, welche auf glühenden Kohlen, ohne zu verknistern, schmelzen und verdampfen; welche mit Salzsäure Blausäure entwickeln, worauf Kali Ammoniak entwickelt und einen weissen Niederschlag bewirkt; welche sich leichter in Wasser lösen, als das Cyanquecksilber, und deren Lösung durch Kali nicht gefällt wird. — Eisenoxydulhydrat scheint eine ähnliche Zersetzung zu bewirken, wie Alkalien und Quecksilberoxyd. Vauquelin.

7. Wässriges Ammoniak absorhirt ebenfalls sehr reichlich das Cyangas, und zersetzt sich damit in eine braune Flüssigkeit, welche sehr viel Stickkohlenstoff, blausaures und kohlensaures Ammoniak nebst eigenthümlichen Krystallen enthält.

Wöhler. — Der Stickkohlenstoff setzt sich theils von selbst ab, theils beim Abdampfen der Flüssigkeit. Die Kleesäure läßt sich durch Kalkwasser niederschlagen. Beim Verdampfen der durch Kalkwasser gefällten Flüssigkeit erhält man die eigenthümlichen Krystalle, jedoch sehr unrein. Reiner lassen sie sich darstellen durch Zersetzen des cyansauren Bleioxyds mit Ammoniak, oder des cyansauren Silberoxyds mit Salmiak. Sie sind farblos, durchsichtig, strahlig; gegen Pflanzenfarben neutral; sie schmelzen beim Erhitzen und zersetzen sich dabei wenigstens theilweise, unter Entwicklung von viel Ammoniak; bei weiterem Erhitzen gesteht die geschmolzene Masse wieder, entwickelt einen stechendsauren, dem der Cyansäure ähnlichen Geruch, und giebt ein meistens pulveriges, nicht in Wasser lösliches Sublimat. Die Krystalle, mit Kalium gegliht, geben viel Cyankalium; sie entwickeln mit Kali kein Ammoniak; lösen sich ohne sichtbare Zersetzung nicht bloß in Wasser und Weingeist, sondern auch in Schwefel- und Salz-Säure, und ihre wässrige Lösung fällt weder Blei- und Silber-, noch andere Salze. Wöhler.

Verbindungen. a. Das tropfbare Cyan mischt sich nicht merklich mit Wasser, Davy u. Faraday; vom Gase absorhirt 1 Maass Wasser nach Gay-Lussac bei 20° allmählig 4,5 Maasse. Das wässrige Cyan schmeckt sehr stechend. Es bewirkt nach Gay-Lussac mit Lackmustrinctur eine, beim Erhitzen verschwindende Röthung; doch enthielt das von ihm untersuchte wässrige Cyan auch etwas Kohlensäure.

b. Mit Sauerstoff zu Cyan- und Knall-Säure. — c. Mit

Wasserstoff zu Blausäure. — d. Mit Schwefel. — e. Mit Hydrothionsäure. — f. Mit Selen. — g. Mit Iod. — h. Mit Chlor.

i. Mit Metallen. Die *Cyanmetalle* bilden sich theils nach dem von der Bildung des Cyans unter 1. Gesagten, theils beim Zusammenbringen der Blausäure mit Metalloxyden, wodurch bei gewöhnlicher Temperatur, bald beim Abdampfen Cyanmetall gebildet wird. — Manche Cyanmetalle zersetzen sich nicht beim Erhitzen in verschlossenen Gefäßen (Kalium); andere entwickeln hierbei Stickgas, während Doppelt-Kohlenstoff-Metall bleibt (Eisen); noch andere entwickeln hierbei das Cyangas (Quecksilber). Bei Gegenwart von Wasser stärker erhitzt, zerfallen sie häufig in Kohlensäure, Blausäure, Ammoniak und in Metall, mit einer kleineren Menge von Kohlenstoff verbunden oder gemengt. Viele lösen sich in Wasser auf, und zwar, durch Zersetzung eines Theils desselben, in blausaure Metalloxyde (Quecksilber); andere sind darin nicht löslich (Silber). Alle entwickeln mit Salzsäure, manche auch mit andern wässrigen Säuren Blausäure. — Viele Cyanmetalle sind unter einander verbindbar zu *zusammengesetzten Cyanmetallen*, welche mit Wasser, wenn sie sich darin lösen, blausaure Doppelsalze bilden.

k. Mit Weingeist, Aether und Terpenthinöl.

### C. C y a n s ä u r e.

*Cyanige Säure von LIEBIG, Acide cyanique.*

Bildung. 1. Beim Zusammenbringen von Cyan mit einem wässrigen fixen Alkali. s. Zersetzung des Cyans Nr. 6. — 2. Leitet man Cyangas über glühendes kohlen-saures Kali, so wird es essig, färbt sich unter Gasentwicklung gelb, und zeigt sich ein Gemenge von kohlen-saurem und cyans-aurem Kali und Cyankalium verwandelt. Beim Schmelzen von Cyanquecksilber mit kohlen-saurem Kali bildet sich dieselbe Masse, nur gleich Stickkohlenstoff haltend. WÖHLER. — 3. Durch Superoxyd verwandelt sich das Cyan in Cyansäure. DÖBEREINER. — 4. Beim gelinden Erhitzen des salpetersauren

Kali's mit Cyanquecksilber, weißem Cyaneisenkalium oder überschüssiger Blutkohle bildet sich cyansaures Kali. WÖHLER. — 5. Dasselbe erzeugt sich beim schwachen Glühen eines Gemenges von Braunstein und weißem Cyaneisenkalium. WÖHLER. — 6. Auch entwickelt sich Cyansäure in Dampfgestalt beim Glühen des harnsauren Quecksilberoxyds, WÖHLER, und beim Erhitzen von Harnsäure, Braunstein und Vitriolöl, oder von blausaurem Eisenoxydalkali, Braunstein und Vitriolöl, DÖBEREINER (*Gilb.* 74, 421).

Darstellung u. Eigenschaften. Durch verdünnte Schwefelsäure, krystallisirte Kleesäure und einige andere Säuren läßt sich aus cyansaurem Kali und anderen cyansauren Alkalien, und durch Erhitzen läßt sich aus cyansaurem Silberoxyd und Quecksilberoxydul die Cyansäure als ein Dampf oder Gas entwickeln, durch einen stechendsauren, der schwefligen und Essig-Säure ähnlichen Geruch ausgezeichnet.

	M.G.			Wöhler Oder:			M.G.		
Stickstoff	1	14	41,17	41,317	Cyan				
Kohlenstoff	2	12	35,30	35,334		1	26	76,47	
Sauerstoff	1	8	23,53	23,349		Sauerstoff	1	8	23,53
Cyansäure	1	34	100,00	100,000			1	34	100,00

Nach LIEBIG hält die Cyansäure 3 M.G. Cyan auf 2 M.G. Sauerstoff.

Zersetzungen. 1. In Berührung mit Wasser zerfällt die Cyansäure allmählig in doppelt-kohlensaures Ammoniak. — 1 M.G. Stickstoff der Cyansäure nimmt aus dem Wasser 3 Wasserstoff auf, und 2 Kohlenstoff bilden mit dem 1 M.G. Sauerstoff der Cyansäure und 3 M.Gewichten Sauerstoff des Wassers 2 M.G. Kohlensäure. WÖHLER. — Größere Wassermengen halten diese Zersetzung auf; Gegenwart von stärkeren Säuren beschleunigt sie. — 2. Hydrothionsäure wirkt nach LIEBIG zersetzend.

Verbindungen. a. *Wässerige Cyansäure.* — Die concentrirtere erhielt WÖHLER beim Zersetzen des in einer Röhre eingeschlossenen trocknen cyansauren Silberoxyds durch darüber geleitetes salzsaures Gas als eine dickflüssige Masse, die durchdringend nach Cyansäure roch und bei gelindem Erwärmen sogleich zu einer krystallinischen Masse (von kohlen-

saurem Ammoniak) gestand. — Die verdünntere erhält man nach LIEBIG 1. indem man sehr trocknes cyansaures Silberoxyd sehr gelinde erwärmt, und die sich dabei gasförmig entweichende Säure in Wasser leitet; oder 2. indem man durch, in Wasser vertheiltes, cyansaures Silberoxyd unter beständigem Schütteln eine zur Zersetzung dieses Salzes unzureichende Menge Hydrothionsäure leitet, hierauf schnell filtrirt. — Die verdünnte Säure riecht noch durchdringend nach Cyansäure, schmeckt sauer und röthet Lackmus. 1 Stunde nach ihrer Bereitung enthält sie bereits etwas Ammoniak. LIEBIG.

b. Mit Salzbasen. Man erhält die *cyansauen Salze* theils durch Vermischen der verdünnten wässrigen Cyansäure mit einer Salzbasis; theils nach dem bei der Bildung der Cyansäure Angeführten; theils bereitet man aus dem cyansauen Kalium oder Baryt andere cyansauere Salze durch doppelte Affinität. — Die trocknen cyansauen Salze entwickeln theils beim Erhitzen unzersetzte Cyansäure neben Kohlensäure und Stickgas (Silberoxyd, Quecksilberoxydul), theils halten sie die Säure selbst in der Glühhitze fest, verlieren sie jedoch bei Gegenwart von Feuchtigkeit in Gestalt von Ammoniak und Kohlensäure, von welcher letzteren ein Theil bei der Basis bleibt (Kali und andere fixe Alkalien). Die cyansauen fixen Alkalien zerfallen schon durch wiederholtes Auflösen in Wasser und Abdampfen in kohlensaures fixes Alkali und in kohlensaures Ammoniak. Im Kreise der Voltaschen Säule giebt der wässrige cyansauere Baryt am negativen Pole kohlensauren Baryt und Ammoniak, am positiven nichts als Sauerstoffgas. Vitriolöl, Salzsäure und wässrige Kleesäure entwickeln aus den cyansauen Salzen bloß kohlensaures Gas, während sie zum Theil mit Ammoniak verbunden sind; verdünnte Schwefelsäure, krystallisirte Kleesäure und einige andere Säuren entwickeln dabei einen Theil der Cyansäure in unzersetztem Zustande, die sich durch ihren stechendsauren Geruch zu erkennen läßt. Die cyansauen Salze verpuffen mit chlorsaurem Kali. Es läßt sich aus ihnen durch Zusammenbringen mit Eisen-

salzen, selbst beim Hinzufügen von Hydrothionsäure oder schwefligsaurem Ammoniak, kein Berlinerblau darstellen. — Die in Wasser löslichen cyansauren Salze fällen das salpetersaure Bleioxyd, Silberoxyd und Quecksilberoxydul weiß, das salpetersaure Kupferoxyd grünbraun und das salzsaure Goldoxyd braungelb. Sie fällen nicht den Sublimat, das salzsaure Eisenoxyd und Eisenoxydul, und das salzsaure Zinnoxid und Zinnoxidul. WÖHLER.

### D. K n a l l s ä u r e.

#### *Acide fulminique.*

Bildung. Beim Erhitzen des salpetersauren Silber- oder Quecksilber-Oxyds mit Salpetersäure und Weingeist bildet sich Knallsäure, welche dann in Verbindung mit dem Silber- oder Quecksilber-Oxyd niederfällt.

Man kennt die Knallsäure noch nicht in abgesondertem Zustande.

#### Nach GAY-LUSSAC u. LIEBIG.

	M.G.			Oder:	M.G.		
Stickstoff	1	14	41,17	}	Cyan	1	26
Kohlenstoff	2	12	35,30				
Sauerstoff	1	8	23,53		Sauerstoff	1	8
Knallsäure	1	34	100,00			1	34

Verbindungen. Die aus der Verbindung der Knallsäure mit den Salzbasen entspringenden *knallsauren Salze*, *Fulminates*, werden theils nach der bei der Bildung der Knallsäure angeführten Weise erhalten, theils durch Zersetzen des knall-

- \*) Die Knallsäure hätte demnach dieselbe Zusammensetzung, wie die Cyansäure. Da dennoch die Verbindungen beider Säuren sich sehr verschieden verhalten, so ist entweder anzunehmen, daß die Analyse einer von diesen beiden Säuren nicht richtig ist (wie dies namentlich LIEBIG von der Analyse der Cyansäure behauptet), oder, daß eine aus denselben Stoffen und nach denselben Verhältnissen zusammengesetzte Verbindung eine doppelte Natur haben kann, je nachdem etwa die Bestandtheile derselben nach dieser oder nach jener, nicht weiter bekannten, Weise mit einander vereinigt sind. Jedoch erst wenn alle Zweifel hinsichtlich der Richtigkeit beider Analysen gehoben seyn werden, wird es erlaubt seyn, zu einer solchen gewagten Hypothese seine Zuflucht zu nehmen. vgl. vorzüglich BERZELIUS's Lehrbuch 1825, 1, 600, welcher nach dem Umstande, daß die knallsauren Salze bei mehreren Zersetzungen Blausäure liefern, vermuthet, daß die Knallsäure gerade weniger Sauerstoff hält, als die Cyansäure.

en Quecksilber- oder Silber-Oxyds mittelst eines andern Salzes. Doppelsalze, welche einerseits knallsaures Quecksilber- oder Silber-Oxyd, andererseits ein anderes knallsaures Salz enthalten, bilden sich vorzüglich beim Zusammenbringen dieser 2 Salze mit andern Metalloxyden, welche die Hälfte der Hälfte des Quecksilber- oder Silber-Oxyds veranlassen. Die knallsauren Salze verpuffen sämtlich mit großer Heftigkeit beim Stoßen oder Erhitzen, wobei sie Kohlensäure- und Stick-Gas entwickeln. Mit feuchten Substanzen erhitzt, erzeugen sie Ammoniak und Kohlensäure. Salzsäure zerlegt sie unter Bildung von Ammoniak und von sich entwickelnder Kohlen- und Blau-Säure.

E. B l a u s ä u r e.

*Berlinerblausäure, Hydrocyansäure, zootische Säure, Acide cyanique, Acide hydrocyanique, Acidum borussicum.* — Findet in Verbindung mit ätherischem Oele in den bitteren Mandeln, in Pfirsich-, Aprikosen-, Pflaumen- und Kirsch-Kernen, in Blüthen von Pfirsich und Schlehdorn, in den Blättern von Pfirsich und Kirschlorbeer, und in der Rinde und den Blättern der Sauerkirsche. Das über diese Theile abdestillirte Wasser enthält blausäurehaltiges flüchtiges Oel. BOHM (*Scher. J.* 10, 126); RADER (*A. Gehl.* 1, 392, auch *Gilb.* 13, 503); BUCHOLZ (*Gehl.* 1, 83); VAUQUELIN (*A. Gehl.* 1, 78, auch *Crell Ann.* 6, 59); BERGEMANN (*Schw.* 4, 346).

**Bildung.** 1. Beim Auflösen verschiedener Cyanmetalle in Wasser. — 2. Bei verschiedenen Zersetzungen des Cyans durch Berührung mit Wasser. — 3. Bei der Zersetzung knallsaurer Salze. — 4. In den bei der Bildung des Cyans unter 1 und 3 beschriebenen Fällen.

**Darstellung.** 1. Cyanquecksilber wird mit wässriger Salzsäure in einer tubulirten Retorte gelinde erhitzt, deren Hals eine 0,6 Meter lange und 0,01 Meter weite horizontalliegende Röhre leitet, deren erstes Drittel mit Marmorstücken gefüllt ist, während die 2 folgenden geschmolzenes Chlorium in kleinen Stücken enthalten. Die Röhre leitet in eine Eis umgebene Vorlage. Die sich zwischen den Marmorstücken ansammelnde Säure wird durch Erhitzen der Röhre

allmählig in die Vorlage getrieben. GAY-LUSSAC. — verwandelt sich ein Theil der Blausäure in Ammoniak, und mit Salzsäure und salzsaurem Quecksilberoxyd verbunden VAUQUELIN. Indem P. v. SCHULZ (*Scher. Ann.* 6, 310) 6 Unzen Cyanquecksilber entwickelte Blausäure in einer mit Chlorcalcium und kohlensaurem Kalk gefüllten und abtubulirten Retorte verdichtete, hierauf diese nur gelinde so gieng zuerst 1 Drachme höchst concentrirte wasserhe über, welche selbst bei  $-37,5^{\circ}$  nicht gefror, und sich bald zu zersetzen anfieng. — 2. VAUQUELIN leitet lang entwickelndes hydrothionsaures Gas durch eine mit dem Cyanquecksilber gefüllte Röhre, die mit einer kälteten Vorlage verbunden ist; es bildet sich Blau Schwefelquecksilber; der Proceß wird unterbrochen durch den Geruch zu erkennendes, unzersetztes hydrothionsaures Gas übergeht; oder, um alle Verunreinigung hydrothionsäure zu vermeiden, enthält der letzte Theil der Röhre kohlensaures Bleioxyd, welches dieselbe zurückhält. — 3. TRAUTWEIN (*Report.* 11, 13) bereitet aus 15 lb Eisenoxydalkali, 9 Vitriolöl und 9 Wasser durch Dazumischen 4 bis 5 wässerige Blausäure, bringt zu dieser, die in einer starken Flasche durch eine Kältemischung kalt erhalten wird, gepulvertes Chlorcalcium, und zwar nach und nach, bis keine zu starke Erhitzung eintritt. Dieser Körper bildet mit dem vorhandenen Wasser eine eigene untere Schicht, in welcher man die Blausäure abgießen kann, die durch wiederholtes Zusammenbringen mit frischem Chlorcalcium auf dieselbe Weise, bis dieses nicht mehr feucht wird, völlig entwässern läßt.

Eigenschaften. Wasserhelles Liquidum. Spec. Gew. der nach 1 erhaltenen 0,70583 bei  $7^{\circ}$ , 0,6969 bei  $15^{\circ}$ ; LUSSAC, der nach 3 dargestellten bei  $6^{\circ}$  0,705 bei  $15^{\circ}$ ; TRAUTWEIN. — Gefriert nach GAY-LUSSAC bei  $-15^{\circ}$  zu einer krystallinischen faserigen Masse (vgl. jedoch diese Seite). Siedet nach GAY-LUSSAC bei  $+26,5^{\circ}$ , nach TRAUTWEIN 27,5 bis  $29^{\circ}$ . Spannung, spec. Gewicht und lichtbrechende Kraft des Blausäuredampfes S. 124, 137 u. 139. Die Blausäure verfinffacht bei  $+20$  einen gegebenen Luftstraum.



Opfen Blausäure an einer Glasröhre oder auf Papier gerichtet durch sein theilweises Verdampfen an der Luft. GAY-LUSSAC. — Starker, zum Husten reizender Geruch nach bitteren Mandeln. Eigenthümlicher, anfangs frischer, hintennach erer, scharfer, reizender Geschmack. Schon in sehr kleiner Menge schnell tödtendes Gift. Röthet Lackmus; die Röthung verschwindet mit dem Verdampfen der Säure. GAY-LUSSAC. Giebt, erst mit Kali, dann mit einem Eisenoxydulsalze, dann mit Salzsäure versetzt, Berlinerblau. Giebt salpetersaurem Silber einen weißen Niederschlag.

	M.G.	Nach Gay-Lussac	Thomson	Porret
Stickstoff	1	14	51,85	46,37
Kohlenstoff	2	12	44,45	42,51
Wasserstoff	1	1	3,70	11,12
Blausäure	1	27	100,00	100,00
Oder:	Maafs	sp.Gew.	Oder:	Maafs sp.Gew.
Stickgas	1	0,9706	Cyangas	1,8026
Kohlenstoffdampf	2	0,8320		
Wasserstoffgas	1	0,0693		
Blausäuredampf	2	0,9359	Wasserstoffgas	1
				0,0693
				2
				0,9359

. Zersetzungen. 1. Blausäuredampf, durch eine glühende Cellanröhre geleitet, zerfällt zum Theil in Cyangas, Wasserstoffgas und in wenig Stickgas. — Enthält die Röhre feines Eisendrath, so erhält man Stickgas und Wasserstoffgas zu gleichem Umfange, das Eisen ist sehr spröde, und mit Kohle theils vereinigt, theils überzogen. GAY-LUSSAC. — Die Blausäure entwickelt im Kreise der Voltaschen Säule am negativen Pole Wasserstoffgas; am positiven wird kein Gas frei; nach GAY-LUSSAC, weil das sich daselbst abscheidende Cyan in der Blausäure aufgelöst bleibt; nach DAVY, weil sich Cyanplatin erzeugt. — 3. Der mit Wasserstoffgas vermengte Blausäuredampf wird nur unvollständig durch fortgesetztes Hindurchschlagen elektrischer Funken zersetzt; es schlägt sich Kohle nieder und das Gemenge nimmt beträchtlich an Umfang zu. GAY-LUSSAC.

4. Der Blausäuredampf entzündet sich durch flammende Körper in Berührung mit Luft oder Sauerstoffgas, und ver-

brennt mit bläulichrother und gelber Flamme. SCHEELER. Mit Sauerstoffgas gemengt, verpufft er im Voltaischen Eudiometer durch den elektrischen Funken mit grosser Heftigkeit, ITTNER, unter Bildung eines weissen Dampfes. Die Producte der Verbrennung sind Kohlensäure, Stickgas, Wasser und wenig Salpetersäure. 200 Maasse Blausäuredampf verzehren 250 M. Sauerstoffgas; es verschwinden 150 M. (100 Wasserstoffgas mit 50 Sauerstoffgas), und es haben sich 200 Maasse kohlensaures Gas und 100 M. Stickgas erzeugt. GAY-LUSSAC — 5. Blausäuredampf, durch eine mit Kupferoxyd gefüllte glühende Porcellanröhre geleitet, zersetzt sich unter Reduction des Kupfers in Wasser und in 2 Maasse kohlensaures Gas auf 1 M. Stickgas. GAY-LUSSAC. — 6. Kupferoxyd zersetzt sich bei der gewöhnlichen Temperatur mit dem mit Wasserstoffgas gemengten Blausäuredampf in Cyangas, Wasser und Kupfer. GAY-LUSSAC.

7. Vitriolöl, mit wasserfreier Blausäure gemischt, bewirkt in kurzer Zeit eine schwache Wärmeentwicklung, dann heftiges Aufblähen und Zischen, wobei sich schweflige Säure nebst einer kohligen Flüssigkeit erzeugt. Salpetersäure und Salzsäure, mit der Blausäure bis zu ihrem Siedpunct erwärmt, wirken nicht zersetzend. TRAUTWEIN. — 8. Chlor zersetzt die wasserfreie und die concentrirte wässrige Blausäure in Salzsäure und in Chlorcyan. GAY-LUSSAC. ITTNER bemerkte bei Anwendung einer verdünnteren Blausäure bloß die Bildung von Salzsäure, Kohlensäure und Ammoniak, welches letztere durch mehr Chlor auch noch zersetzt wurde. — 9. Iod zersetzt sich mit wässriger Blausäure in Hydriodsäure und in Cyan. POBBET. Iod oder Phosphor, in Blausäuredampf verflüchtigt, zeigt keine Einwirkung. GAY-LUSSAC.

10. Mit vielen Metalloxyden zersetzt sich die wasserfreie und wässrige Blausäure in Wasser und in Cyanmetall; theils bei gewöhnlicher Temperatur (Silber), theils beim Krystallisiren (Quecksilber), theils beim stärkeren Erhitzen (Alkali). GAY-LUSSAC nahm früher an, Blausäuredampf, über stark erhitztes Kalihydrat, kohlensaures Natron oder reinen Baryt geleitet, bilde

alkalien; wahrscheinlicher erzeugen sich hierbei Cyanmetalle. —

Mit erhitztem Kalium bildet der mit Wasserstoffgas oder Kohlenstoffgas gemengte Blausäuredampf Cyankalium unter Abscheidung eines halben Maasses Wasserstoffgas. GAY-LUSSAC.

12. Die Blausäure zersetzt sich, selbst in vollkommen geschlossenen Gefässen, auch bei abgehaltenem Lichte, in 12 Stunden bis 14 Tagen, indem sie dick wird und eine dunkelbraune Farbe annimmt. Sie zerfällt zuletzt in blausaures Ammoniak, und in einen braunen Bodensatz, der Stickkohlenfäule ist. ITTNER, GAY-LUSSAC. Je mehr die Blausäure mit Wasser oder Weingeist verdünnt ist, um so weniger leicht zersetzt sie sich. — Die nach TRAUTWEIN's Methode bereitete Blausäure zeigt diese Zersetzung oft erst nach 1 Jahr, aber, wenn sehr wenig Kali oder Ammoniak beigelegt ist, schon in einigen Tagen. TRAUTWEIN (*Repert.* 12, 151). GAY-LUSSAC's Blausäure kann kohlensaures Ammoniak enthalten, da von dem bei der Bereitung sich bildenden salzsauren Ammoniak ein kleiner Theil zum kohlensauren Kalk gelangen möchte. Vielleicht wird eine reine Säure haltbar durch Zusatz von sehr wenig einer anderen stärkeren Säure.

Verbindungen. a. *Wässrige Blausäure.*

Darstellung. 1. Durch Vermischen der Blausäure mit Wasser. Blausäure und Wasser sind nach jedem Verhältnisse mischbar.

2. Durch Destillation von blausaurem Eisenkali mit verdünnter Schwefelsäure. Man löst 212 blausaures Eisenoxydalkali in einer geräumigen Retorte in 800 Wasser, fügt hierzu ein Gemisch aus 200 Vitriolöl und 400 Wasser, bringt in die kalt gehaltene Vorlage 200 Wasser, und destillirt, bis die Masse dicklich wird. Nimmt man bloß soviel Schwefelsäure, daß sich einfachschwefelsaures Kali erzeugt, so erfolgt die Entwicklung der Blausäure unvollständig und schwieriger; bei mehr Schwefelsäure, als

Bildung von doppelt-schwefelsaurem Kali gehört, scheint Blausäure zerstört zu werden. GIESE. SCHEEL nahm auf 100 blausaures Eisenkali 37,5 Vitriolöl und 400 Wasser, und destillirte, bis die Flüssigkeit übergegangen waren. ITTNER destillirte 100 blausaures Eisenkali mit 50 Vitriolöl und 400 Wasser. — Ist etwas von dem Inhalte der Retorte übergespritzt, so reinigt man hiervon die Vorlage durch mehrmaliges Abziehen über Bittererde, kohlensauren Kalk oder kohlensauren Baryt, bei mäßiger Wärme und bei sehr wasserhaltender und sehr kalt gehaltener Vorlage. — 3. Blausaures Quecksilberoxyd wird mit Eisenfeile und Schwefel-

säure geschüttelt, bis die Flüssigkeit nicht mehr nach Silber schmeckt, dann wird die klar abgegossene Flüssigkeit destillirt. SCHEELÉ. Auch hier ist öfters Rectification nöthig. 4. PROBST und VAUQUELIN leiten durch eine kalte gesättigte Auflösung des Cyanquecksilbers in Wasser so lange Blausäure, bis dieselbe unzersetzt entweicht, filtriren die wässrige Blausäure vom Schwefelquecksilber ab, befreien von anhängender Hydrothionsäure durch Schütteln mit salzsaurem Bleioxyd, und filtriren von Neuem. — VAUQUELIN löst hierzu 1 Cyanquecksilber in 8 Wasser. — Die Filtration wird bei bedecktem Trichter vorgenommen werden. — Die so erhaltene Säure hält meist ein wenig Schwefelblausäure.

Eigenschaften. Kommen im Allgemeinen mit der reinen Blausäure überein; nur daß das spec. Gewicht, der Siedpunct und Gefrierpunct sich um so mehr denen der reinen Säure nähern, je mehr sie hiervon enthält; und daß SCHEELÉ und ITTNER die wässrige Blausäure Lackmus röthet. — Ihre Zersetzungen sind bereits bei der wässrigen Blausäure angegeben. Sie löst 4mal soviel Quecksilber auf, als sie wasserfreie Blausäure enthält. Wässrige Blausäure, welche in 100 10,5 Blausäure enthält, hat nach TWEIN bei 12,5° ein spec. Gewicht von 0,982.

Gehalt der wässrigen Blausäure an wasserfreier nach (Schar. 36, 282).

Spec. Gew.	Säureprocente.	Spec. Gew.	Säureprocente.	Spec. Gew.	Säureprocente.
0,9570	16,0	0,9914	5,3	0,9964	
0,9768	10,6	0,9923	5,0	0,9967	
0,9815	9,1	0,9930	4,6	0,9970	
0,9840	8,0	0,9940	4,0	0,9973	
0,9870	7,3	0,9945	3,6	0,9974	
0,9890	6,4	0,9952	3,2	0,9978	
0,9900	5,8	0,9958	3,0	0,9979	

b. Mit den salzfähigen Grundlagen zu den blauen Salzen, Prussiates, Hydrocyanates. Man erhält sie 1. durch Auflösen verschiedener Cyanmetalle in Wasser; 2. durch mittelbare Vereinigung der Blausäure mit der Basis. — Affinität der Blausäure zu den Alkalien ist äußerst groß.

laßs sie selbst durch Kohlensäure von ihnen abgeschieden  
 1, SCHEELLE; während sie umgekehrt die hydrothionigsau-  
 Alkalien und nach SCHEELLE, nicht nach ITTNER, auch die  
 e zersetzt; selbst im größten Ueberschusse zu den Alka-  
 gefügt, hebt sie nicht ihre alkalische Natur auf, doch  
 iert sie durch diese Verbindung ihren Geruch. Diese  
 sauren Alkalien bestehen bloßs unter Vermittelung des  
 sers; beim Erhitzen bis zum Siedpunct verwandelt sich  
 Säure in Kohlensäure und Ammoniak. Sie geben mit Ei-  
 kydsalzen einen braunen, mit Eisenoxyd - Oxydulsalzen  
 a blauen, mit Eisenoxydulsalzen einen weißen Nieder-  
 g. Durch viele schwere Metalloxyde wird aus ihnen ein  
 l des Alkali's abgeschieden, und es bildet sich ein aus  
 aurem Alkali und blausaurem schweren Metalloxyd be-  
 ndes Doppelsalz. — Gegen die mehr elektronegativen  
 ernen Metalloxyde zeigt die Blausäure dagegen oft eine  
 größten Aflinitäten, die oft nicht einmal von der Salz-  
 übertroffen wird \*). Einige blausaure schwere Metall-  
 e verwandeln sich durch Krystallisation oder Erhitzen in  
 metalle, wie blausaures Quecksilberoxyd.

Die Blausäure bildet viele Doppelsalze, deren eine Grund-  
 Zinkoxyd, Manganoxydul, Eisenoxydul, Eisenoxyd, Ko-  
 oxyd, Nickeloxyd, Kupferoxydul, Kupferoxyd, Quecksil-  
 oxyd, Silberoxyd, Goldoxyd, Platinoxidul oder Palladium-  
 l ist. Die Doppelsalze, welche aus der Verbindung die-  
 blausauren schweren Metalloxyde mit blausauren Alkalien  
 pringen, sind vollkommen neutrale Verbindungen, in de-  
 sich weder der Geruch der Säure, noch die alkalischen  
 nschaften der Basis bemerken lassen. Auch sind sie  
 ch Erhitzen nicht so leicht zersetzbar, wie die reinen  
 sauren Alkalien, und sie gehen theils durch Krystallisa-  
 , theils durch Erhitzen, unter Wasserbildung in zusam-  
 gesetzte Cyanmetalle über. Die Eisenoxydul enthaltenden

---

Eine noch nicht erklärte Anomalie ist die Erfahrung, daßs z. B.  
 schwefelsaures Eisenoxydul nicht durch Blausäure, und blausau-  
 res Eisenoxydul nicht durch Schwefelsäure zersetzt wird.

Doppelsalze heißen, da man sie lange vor den übrigen kannte, *ok* schlechtweg *dreifache blausaure Salze*.

c. Mit einigen Flüssigkeiten des organischen Reichs, wie mit Weingeist, Aether und flüchtigen Oelen.

#### F. Kohlensaures Ammoniak.

a. Einfach. — *BERTHOLLET's basisch-kohlensaures Ammoniak*, *flüchtiges Hirschhornsalz*, *Sal cornu cervi volatile*, *Sal volatile salis ammoniaci*, *Sal alkali volatile*. — 1 Maafs trockenes kohlensaures Gas bleibt mit 2 M. trockenem Ammoniakgas unverändert; sowie ein wenig Wasser hinzukömmt, so verdichtet sich das Gasgemenge mit demselben zu krystallinischem kohlensauren Ammoniak. Das Salz bildet sich auch, mit essigsaurem Ammoniak, brenzlichem Oel u. s. w. verunreinigt, bei der trockenen Destillation und beim Faulen stickstoffhaltiger organischer Stoffe. Wird reiner dargestellt durch Erhitzen eines Gemenges von 1 salzsaurem oder schwefelsaurem Ammoniak und 2 Kreide in einem Sublimirapparate bis beinahe zum Glühen. In Wasser gelöst, erhält man es durch Destillation des Salmiaks mit Pottasche und Wasser; doch entwickelt die überschüssige Pottasche etwas reines Ammoniak.

Farblose, durchsichtige, rhombische Oktaeder mit abgestumpften Endspitzen, oft auch mit abgestumpften spitzeren Grunddecken (*fig. 32, 33*). Das Salz verdampft bei der gewöhnlichen Temperatur an der Luft; sein Dampf hält schon unter  $100^{\circ}$  für sich den Druck der Luft aus. Riecht schwach ammoniakalisch; schmeckt und reagirt auf Pflanzenfarben schwach alkalisch.

	M.G.			Berg-	Ure	Kir-	Maafs
				man		wan	
Ammoniak	1	17	35.42	43	30.5	24	Ammoniakg. 1.0
Kohlensäure	1	22	45.83	45	54.5	52	Kohlens. Gas 0.5
Wasser	1	9	18.75	12	15.0	24	Wasserdampf 0.5
Einf.kohlens.Amm.	1	48	100.00	100	100.0	100	

Nach DAVY ist das Verhältniß der Bestandtheile verschieden; das bei niedriger Temperatur gebildete Salz enthält über 0,5, das bei höherer gebildete (welches vielleicht doppelt-kohlensaures Ammoniak ist, G.M.) nur 0,2 Ammoniak.

Derjenige Theil des, der Luft dargebotenen Salzes, der als Ganzes verdampft, wird undurchsichtig und locker, ist die Hälfte seines Ammoniaks entweichen, und wird dadurch zu doppelt-kohlensaurem Ammoniak. DALTON (*Thoms.* 2, 15, 137). Das Salz entzündet sich, in einen glühenden Kessel geworfen. SCHEELÉ. — Löst sich in 1 warmem, in 3 kaltem Wasser auf, und bildet damit den *Spiritus ammoniaci aquosus*. Der Siedpunkt der gesättigten Lösung ist schon bei 82°, er steigt jedoch, im Verhältniß, als das kohlensaure Ammoniak verdampft.

*b. Doppelt.* — BERTHOLLET's *neutrales kohlensaures Ammoniak*. — Wird erhalten durch Schütteln der Auflösung des einfach-kohlensauren Ammoniaks in einer mit Kohlensäure gefüllten Flasche, oder durch Hindurchleiten von Kohlensäure durch diese Auflösung. Bildet sich nach PHILLIPS bisweilen bei der Darstellung des einfach-sauren Salzes im Großen. — Bildet unregelmäßig 6seitige Säulen, mit 2 Flächen flach zu. Geruchlos, von schwachem, nicht alkalischen Geschmack; grünt aber noch den Veilchensaft. Verdampft an der Luft langsamer, als das einfach-saure Salz, ohne dabei undurchsichtig zu werden; der Dampf röthet schwach das Indicumpapier.

	M.G.			Schra- der	Berthol- let	Phil- lips		Maafs
Ammoniak	1	17	21,5	19	20	21,16	Ammoniakgas	1
Kohlensäure	2	44	55,7	56	55	55,50	Kohlens. Gas	1
Wasser	2	18	22,8	25	25	23,34	Wasserdampf	1
<hr/>								
100 Theile kohlensaures Amm.	1	79	100,0	100	100	100,00		

Das Salz löst sich in 8 kaltem Wasser auf. Diese Auflösung verliert schon an der Luft, besonders beim gelinden Erhitzen, einen Theil der Kohlensäure. BERTHOLLET (*N. Gehl.* 255); SCHRADER (*A. Gehl.* 2, 582); PHILLIPS (*Phil. Ann.* 110).



## Stickstoff und Boron.

*B o r a x s a u r e s A m m o n i a k.**a. Drittel boraxsaures Ammoniak.*

	M.G.			Berzelius
Ammoniak	3	51	29,48	30,32
Boraxsäure	1	68	39,31	37,95
Wasser	6	54	31,21	31,73
Dritt. boraxs. Amm.	1	173	100,00	100,00

So BERZELIUS (*Thoms. Ann.* 3, 57). Später gelang es BERZELIUS (*Pogg.* 2, 126) nicht mehr, ein Salz von dieser Mischung darzustellen, und er vermuthet, bei der Analyse, beim Abwiegen einen Irrthum begangen zu haben.

*b. Zwei Drittel.*

	M.G.			Arfvedson
Ammoniak	3	51	21,16	21,55
Boraxsäure	2	136	56,43	55,95
Wasser	6	54	22,41	22,50
Zweidrittel boraxs. Amm.	1	241	100,00	100,00

*c. Einfach.* — Durch Auflösen von nicht zu viel Boraxsäure in erwärmtem wässerigen Ammoniak, wobei die Temperatur steigt, und durch langsames Abkühlen. — Trübrhombische Oktaeder, nicht so spitzig, wie die des Schwebels; mit abgestumpften Endspitzen und oft auch mit abgestumpften Kanten. Гм.

	M.G.			L. Gmelin	Arfvedson	Soubeyr
Ammoniak	1	17	13,08	12,5	12,88	13,544
Boraxsäure	1	63	52,31	51,0	63,34	50,000
Wasser	5	45	34,61	36,5	23,78	36,452
Einf. boraxs. Amm.	1	130	100,00	100,0	100,00	99,996

Verwittert an der Luft, und verwandelt sich durch Verlust von Ammoniak in das doppelt-saure Salz. In ungefährl. 12 kaltem Wasser löslich. Die Auflösung entwickelt bei Erhitzen Ammoniak.

*d. Doppelt.* — Durch Sättigen des erwärmten wässerigen Ammoniaks mit Boraxsäure und langsames Abkühlen. Wasserhelle, unregelmäßig 6seitige Säulen, mit 4 bis 6 Ecken zugespitzt; anfangs geschmacklos, dann von brennendem Ammoniak.

erlichem Geschmacke; auf Pflanzenfarben alkalisch re-  
end.

	M.G.			L.Gmelin Arfvedson Soubeiran		
Ammoniak	1	17	7,87	5,9	7,9	7,24
Boraxsäure	2	136	62,96	63,4	64,0	55,80
Wasser	7	63	29,17	30,7	28,1	36,96
p. boraxs. Amm.	1	216	100,00	100,0	100,0	100,00

Luftbeständig; schmilzt in der Hitze unter Aufblähen zu  
glaster Boraxsäure. — Löst sich in ungefähr 8 kaltem  
ser auf; auch diese Auflösung verliert beim Kochen Am-  
iak. LASSONNE (*Crell chem. J.* 5, 83); WENZEL (*Lehre  
der Verwandtschaft* 355); L. GMELIN (*Schw.* 15, 258);  
BEIRAN (*J. Pharm.* 11, 34); ARFVEDSON (*Pogg.* 2, 130).

#### Stickstoff und Phosphor.

##### A. P h o s p h o r a m m o n i a k.

Ammoniakgas wird, besonders im Lichte, vom Phosphor  
erbirt, und verwandelt ihn in ein bräunlichschwarzes Pul-  
, welches jedoch nach einigen Tagen, wenn es nicht mit  
srigem Ammoniak befeuchtet ist, gelb wird. — Die Ver-  
dung zeigt die langsame Verbrennung erst über 25°; ent-  
det sich erst bei 90°. Im Chlorgas verbrennt sie bei der  
öhnlichen Temperatur mit viel lebhafterer, gelblichweis-  
Flamme, als der Phosphor. Sie wird in der Hitze roth,  
l schmilzt erst bei der Rothglühhitze, wobei sie Ammo-  
e und Phosphorwasserstoffgas entwickelt. Kalihydrat bil-  
mit ihr, unter Abscheidung von Ammoniakgas, eine braune,  
che Masse, aus welcher Salzsäure Phosphorwasserstoffgas  
reibt. — Salzsäure entzieht dem Phosphorammoniak, selbst  
er Siedhitze, nur einen geringen Antheil Ammoniak. A.  
EL.

##### B. U n t e r p h o s p h o r i g s a u r e s A m m o n i a k.

An der Luft zerfließendes, sehr leicht in Wasser und  
bsolutem Weingeist lösliches Salz. DULONG.

##### C. P h o s p h o r i g s a u r e s A m m o n i a k.

Aus der Verbindung der durch langsames Verbrennen  
Phosphors erhaltenen Säure mit Ammoniak entspringen

4seitige, mit 4 Flächen zugespitzte Säulen, welche 51 Ammoniak, 26 phosphorige (und Phosphor-Säure?) und 23 Wasser enthalten, welche beim Erhitzen zuerst phosphorhaltendes Ammoniakgas nebst Wasser, dann Phosphorwasserstoffgas entwickeln, an den Luft feucht werden, und sich in kalten, in kleineren Mengen heißen Wassers lösen. FOURCROY u. VAUQUELIN.

*D. Phosphorsaures Ammoniak.*

*a. Einfach.* — Findet sich, meist in Verbindung mit phosphorsaurem Natron und phosphorsaurer Bittererde, im Harn der fleischfressenden Thiere. — Man fügt zu wässriger kalkhaltiger Phosphorsäure so lange kohlsaures Ammoniak, bis ein neuer Zusatz kein Aufbrausen und keine Fällung von phosphorsaurem Kalk mehr veranlaßt, filtrirt, dampft ab, ersetzt das beim Verdampfen verflüchtigte Ammoniak durch frisches, so daß die Flüssigkeit eher alkalisch, als sauer reagirt, und läßt in der Kälte krystallisiren. — Große wasserhelle Krystalle. System 2 u. 1gliedrig (Fig. 67, 68, 69, 70).  $i \parallel \text{Axe } 113^\circ 14'$ ;  $i \parallel u \text{ oder } u^1 74^\circ 37'$ ;  $i \parallel f 70^\circ 16'$ ;  $u \parallel u^1 84^\circ 30'$ ;  $f \parallel \text{Axe } 137^\circ 2'$ ;  $b \parallel \text{Axe } 158^\circ 47'$ ;  $\alpha \parallel i 123^\circ 20'$  u. s. f. MITSCHERLICH.  $i \parallel u 74^\circ 10'$ ;  $i \parallel f 70^\circ 28'$ ;  $u \parallel u^1 84^\circ 15'$  BROOKE. — Schmeckt kühlend, salzig, stechend. Röthet nicht Lackmus.

	M.C.			Mitscherlich
Ammoniak	1	17	25,5	
Phosphorsäure	1	36	54,13	54,126
Wasser	1 1/2	13,5	20,30	
Gewäss. einf. phosphors. Amm.	1	66,5	100,00	

Verwittet oberflächlich an der Luft, und verliert schon bei gewöhnlicher Temperatur einen Theil seines Ammoniaks. Kommt in der Hitze erst in wässrigen Fluß, wird dann trocken, und verwandelt sich in der Glühhitze unter langsamem und unvollständigem Verlust des Ammoniaks in Phosphorsäurehydrat, welches nach PROUST 0,62 des Salzes beträgt. — Löst sich in 4 kaltem, in weniger heißem Wasser auf; die Auflösung verliert schon durch Erhitzen einen Theil des Ammoniaks.

*b. Doppelt.* — Man versetzt wässeriges Ammoniak so mit Phosphorsäure, bis die Flüssigkeit stark Lackmustr und nicht mehr den salzsauren Baryt fällt. — Xsystem trüg (*fig.* 17 u. 24).  $e \parallel e^1$   $119^\circ 46'$ ;  $e \parallel e^2$   $90^\circ 25'$ ;  $135^\circ 12\frac{1}{2}'$ . MITSCHERLICH.

	M.G.			Mitscherlich
Ammoniak	1	17	14,65	
Phosphorsäure	2	72	62,07	61,02
Wasser	3	27	23,28	
wäss. dopp. phosphors. Amm.	1	116	100,00	

Nicht ganz so leicht in Wasser löslich, wie *a.* MITSCHERLICH.

### Stickstoff und Schwefel.

Eine Verbindung, bloß aus Stickstoff mit Schwefel bestehend, ist bekannt. Früher glaubten GIMBERNAT und MONHEIM, ein solches Schwefelstickgas in dem Achner Mineralwasser annehmen zu müssen, was dann durch BERZELIUS u. HEDENBERG, durch LAMARCA und durch MONHEIM selbst widerlegt wurde (*Scher. J.* 1803; *Schw.* 1, 263; 2, 158 u. 163; 4, 169; 5, 181; 6, 113). Köhler entdeckte das von GRANVILLE (*Schw.* 35, 170) aus der Unterwelt eines unter Anschwellung des Körpers Verstorbenen erhaltene und für Schwefelstickgas ausgegebene Gas ebenfalls bloß als ein wenig Hydrothionsäure gemengtes Stickgas scyn.

### Gewässerte schwefelsaure untersalpetrige Säure.

**Bildung.** 1. Beim Zusammenmischen der liquiden salpetrigen Säure mit Vitriolöl bilden sich 4seitige Säulen, doch bleibt ein Theil des Gemisches flüssig, GAY-LUSSAC. — 2. Läßt man die aus 24 rauchendem Vitriolöl entwickelten Dämpfe in saurem freier Schwefelsäure in eine Vorlage treten, welche verdünnte Salpetersäure enthält, so erzeugt sich eine ähnliche Verbindung neben einer flüssigen, DÖBEREINER. — 3. Rauchendes Vitriolöl absorbirt nicht das Stickoxydgas, hingegen die durch Hinzutreten von Sauerstoffgas entstehende (r-)salpetrige Säure, und bildet mit ihr einen festen Körper, der sich durch einen mit Glasstücken zum Theil gefüllten Trichter von der Flüssigkeit scheiden läßt. BERZELIUS. 4. Schwefligsaures Gas wirkt bei abgehaltenem Wasser

weder auf Stickoxydgas ein, noch auf den beim Hinzulauen von Sauerstoffgas sich bildenden salpetrigsauren Dampf; wenig Wasser bringt, dann die Verdichtung zu dieser Verbindung hervor. DAVY. (Hierauf beruht die Darstellung der englischen Schwefelsäure durch Verbrennen des mit Salpeter gemengten Schwefels, wo das sich aus dem Salpeter entwickelnde Stickoxydgas an der Luft zu salpetriger Säure wird, und diese ihr viertes M.G. Sauerstoff wieder an die schweflige Säure abtritt).

Eigenschaften. Weisse, feste, in 4seitigen Säulen, oder körnig, oder federartig krystallisirte, eisartige Masse. Schmilzt bei gelinder Erwärmung wie Fett, nimmt beim Erkalten wieder ein krystallinisches Gefüge an. Dampft weniger stark an der Luft, als die wasserfreie Schwefelsäure.

Enthält nach BERZELIUS 4 M.G. Schwefelsäure gegen 1 M.G. salpetrige Säure, nach DAVY 4 Maass schwefligsaures Gas gegen 3 Maass salpetrigsauren Dampf und  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{3}$  M.G. Wasser. — Diese Angaben wurden vor Entdeckung der untersalpetrigen Säure mitgetheilt.

Zersetzungen. 1. Durch Erhitzen in einer Retorte in Salpetergas, und wasserhaltige schwefelsaure Salpetersäure. BERZELIUS. — 2. Wasser entwickelt aus der Verbindung unter Erhitzung und starkem Aufbrausen Stickoxydgas und salpetrige Säure, und bildet mit ihr, je nach seiner Menge, eine grüne, blaue oder farblose Flüssigkeit, die aus wasserhaltiger Schwefelsäure und salpetriger Salpetersäure besteht. CLEMENT u. DECORMES (*Ann. Chim.* 59, 329; auch *N. Gehl.* 4 457); DALTON (*in s. N. System* 2, 200); DAVY (*in s. Elem.* 4 249); DOBEREINER (*Schw.* 8, 239); BERZELIUS (*Gilb.* 50, 389); GAY-LUSSAC (*Ann. Chim. Phys.* 4, 394).

In mehreren Fällen erhält man beim Zusammentreffen von Stickoxydgas, schwefligsaurem Gas, Sauerstoffgas und Wasser eine violette Verbindung. Ist diese vielleicht wasserhaltendes schwefelreiches Stickoxyd?

Eine Auflösung der festen Verbindung in Vitriolöl scheint nach DOBEREINER zu erhalten, wenn man 3 wasserfreie Schwefelsäure oder rauchendes Vitriolöl mit 1 rauchender Salpetersäure theilweise destillirt. Die Verbindung bleibt dann in der Retorte als eine in der Kälte farblose, in der Hitze goldgelbe, ölarartige schwach riechende Flüssigkeit, von 1,887 spec. Gewicht.

Destillirt man sie zur Hälfte über, so enthält das Uebergegangene weniger salpetrige Säure, als das Zurückbleibende. —

Wasser verhält sie sich, wie die feste Verbindung, unter Erhitzung Sauerstoffgas entwickelnd. — Kalihydrat, Kalk und Bittererde bewirken damit Erhitzung, entwickeln unter starkem Aufbrausen salpetrigen Dampf, und erzeugen ein schwefelsaures Salz. — Mit Salpeter erhitzt, schäumt sie gewaltig auf, unter Entwicklung salpetriger Dämpfe. — Phosphor entzündet sich in ihr bei 62° unter Aussprühen rother Funken. — Bei der Destillation mit Schwefel erhält man Salpetergas, schwefligsaures Gas und ein weißes Sublimat. — Schwefelwasserstoffgas schlägt anfangs roth-, dann gelbfärbten Schwefel nieder, unter starker Entwicklung von schwefelsaurem Gase; hinterher hinzugefügtes Wasser entwickelt Salpetersäure und Stickgas. — Zink, Eisen, Kupfer, Quecksilber und Silber auflösen sich in der Flüssigkeit, und färben sie theils purpurroth (am schönsten Schwefeleisen), theils violblau (am schönsten Kupfer). — Salzsaures Eisenoxydul wird dadurch dunkelblau und unersichtlich. — Die Flüssigkeit zersetzt sich auch mit Stärkmehl, Zucker, Weingeist und Schwefeläther. DÖBEREINER, a. a. O.

Nach BERZELIUS erhält man *wasserhaltende schwefelsaure Salpetersäure* als Rückstand bei der Destillation der wasserhaltenden schwefelsauren untersalpetrigen Säure. Die Verbindung ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig; spec. Gewicht 1,94 bis 1,96. — Sie löst die Metalle unter Entwicklung von Salpetergas auf. Durch Destillation lassen sich die beiden Säuren nicht trennen, wenn man sie nicht mit mehr Wasser verdünnt hat. — Ob diese Verbindung vielleicht mit der oben beschriebenen flüssigen Verbindung übereinkomme, müssen erst weitere Versuche entscheiden.

### B. a. Hydrothionsaures Ammoniak.

*Schwefelammonium von BERZELIUS.* — Man läßt Ammoniakgas mit hydrothionsaurem Gase in einem mit Eis umgebenen Gefäße zusammentreffen. Krystallisirt in farblosen Nadeln und Blättchen; verdampft und sublimirt sich schon bei der gewöhnlichen Temperatur; riecht durchdringend nach Ammoniak und Hydrothionsäure. — Wird an der Luft schnell zerlegt durch Bildung von hydrothionigsaurem Ammoniak. THÉNARD. — Das Salz bildet mit Wasser eine farblose Auflösung; man erhält diese, indem man durch wässriges Ammoniak abgehaltenem Luftzutritt hydrothionsaures Gas leitet, oder, nach BERZELIUS, durch Destillation von Einfach-Schwefelammonium mit überschüssigem Salmiak und mit Wasser. — Wahrscheinlich ist ein *einfach-* und ein *doppelt-hydrothionsaures Ammonium* zu unterscheiden.

b. *Hydrothionigsaures Ammoniak.*

In fester Gestalt, mit hydrothionsaurem Ammoniak gemengt, erhält man es beim Hindurchtreiben des Ammoniakgases mit Schwefeldämpfen durch eine glühende Röhre. Wenig Wasser verbunden, wird es durch Digeriren des wässrigen hydrothionigsauren Ammoniaks mit Schwefel dargestellt. — Dunkelgelbe, ölige Flüssigkeit, von sehr unangenehm durchdringenden Geruche.

Die *flüchtige Schwefelleber*, *Spiritus sulphuratus Peguini*, *Liquor fumans Boylii* möchte als ein wässriges Gemisch von hydrothion- und hydrothionig-saurem Ammoniak zu betrachten seyn. Man erhält sie durch Destillation von 1 Schwefel mit 2 Salmiak und bis 3 Kalk. Selbst, wenn alle diese Ingredienzien wasserfrei sind, so erhält man den Liquor; hier kann also der zur Bildung der hydrothionigen Säure nöthige Wasserstoff bloß von der Salzsäure herühren, während sich Chlorcalcium bildet und der Sauerstoff des Kalks mit einem Theil Schwefel Schwefelsäure erzeugt, die von zeretztem Kalk gebunden wird. vgl. E. (*Crell chem. J.* 1, 36), welcher von 1 Salmiak 1 Destillat erhielt, und VAUQUELIN (*Ann. Chim. Phys.* 6, 42). Bei Anwendung gelöschten Kalks erhält man das Product reichlicher, aber schwächer. — Das Destillat ist dunkelgelb, an der Luft rauchend, besonders das zuerst übergehende, welches einen Ueberschuß von Ammoniak enthält, vermag noch mehr Schwefel zu lösen, und verwandelt sich dadurch in eine ölige, nicht mehr rauchende Flüssigkeit, aus welcher Wasser einen Theil des Schwefels niederschlägt.

c. *Unterschwefligsaures Ammoniak.*

Seine Auflösung liefert beim Abdampfen nach HERSCHEL eine weiche, aus kleinen Nadeln bestehende Masse; nach ZEISE (*Schw.* 41, 183) weißse, glänzende, sehr leicht in Wasser lösliche Schuppen.

d. *Schwefligsaures Ammoniak.*

Schwefligsaures Gas wird im Woulfe'schen Apparat durch wässriges Ammoniak geleitet; die Verbindung erfolgt unter Erhitzung. — Durchsichtige 6seitige Säulen mit 6seitigen Pyramiden, von frischem, stechenden, etwas schwefligen Geschmacke.

Enthält nach FOURCROY u. VAUQUELIN 29,07 Ammoniak, 60,06 schweflige Säure und 10,87 Wasser,



auf dem Feuer verknistert es gelinde, wird weich, ohne zu schmelzen, giebt wenig Ammoniak und Wasser, und sucht sich alsdann als ein *saures Salz*. — Wird an der Luft rasch weich, dann wieder hart, indem es in schwefelsaures Ammoniak verwandelt ist. Salpetersäure zersetzt es unter Entwicklung von Stickoxyd- und schwefligsaurem Gas in schwefelsaures und salpetersaures Ammoniak; Chlor unter Entwicklung von schwefligsaurem Gas in schwefelsaures und salpetersaures Ammoniak. — Das Salz löst sich in 1 Wasser von unter beträchtlicher Kälteerzeugung auf; noch leichter in kaltem Wasser. Die Auflösung verliert durch Kochen Ammoniak. CROF u. VAUQUELIN (*Crell Ann.* 1800, 2, 415).

*e. Schwefelsaures Ammoniak.*

*a. Einfach.* — GLAUBER's *geheimer Salmiak*, *Sal ammoniacum Glauberi*. — Findet sich natürlich als *Mascagnin*. — Erhalten durch Zersetzung des kohlensauren oder salzsauren Ammoniaks mittelst der Schwefelsäure. Bildet mit 2 Theilen Wasser durchsichtige Krystalle, welche hinsichtlich der Form und der Winkel völlig mit denen des schweren Kali's übereinkommen. BERNHARDI (*N. Gehl.* 8, 413 *N. Tr.* 9, 3, 25) und BEUDANT. Von scharfem bitterem Geschmack.

	M.G.			Berzelius	Kirwan
Ammoniak	1	17	22,7	22,6	14,24
Schwefelsäure	1	40	53,3	53,1	54,66
Wasser	2	18	24,0	24,3	31,10
einf. schwefels. Amm.	1	75	100,0	100,0	100,00

Das möglichst trockene Salz enthält nach URE 0,13, also 1 M.G. Wasser.

Beim Erhitzen dieses Salzes entwickelt sich unter Verweilung Ammoniak, dann Wasser und Stickgas, dann sublimirt schwefligsaures und wenig schwefelsaures Ammoniak. — Es giebt, durch eine glühende Röhre geleitet, Wasser, Schwefel und Stickgas. DAVY. — Wird an der Luft rasch feucht; löst sich in 2 kaltem, in 1 kochendem Wasser auf.

*β. Saures.* — Krystallisirt in dünnen Rauten, oder schuppig; schmeckt sauer und bitterlich. Zerfließt langsam an der Luft. Löst sich in 1 kaltem Wasser auf. LINN (*Crell Ann.* 1796, 1, 25).

*f. Schwefelkohlenstoff - Ammoniak.*

Schwefelalkohol verwandelt sich durch Absorption des Ammoniakgases in ein gelbes, nicht krystallinisches Pulver, welches begierig das Wasser anzieht, und sich dadurch in Ammoniak, Hydrothionsäure und Kohlensäure verwandelt. — BENZELIUS u. MARCET. Sollte nicht vielleicht schon bei dem Zusammentreten des Schwefelkohlenstoffs mit Ammoniak im trockenen Zustande eine wechselseitige Zersetzung eintreten?

*g. Hydrothio - carbonsaures Ammoniak.*

*Rothwerdendes Salz von ZEISE.* — Bildung S. 324. Man mischt 10 Maafs mit trockenem Ammoniakgas gesättigten Weingeist mit 1 Maafs Schwefelkohlenstoff, setzt das Gemisch, wenn es eine braungelbe Farbe angenommen hat, in eiskaltes Wasser, gießt die Mutterlauge von dem krystallisirten Salze (damit es nicht mit Krystallen von hydrothion - schwefelblausaurem Ammoniak verunreinigt werde) nach 1 Stunde ab, wäscht es einige Mal mit kaltem Weingeist, dann mit Aether ab, preßt es schnell zwischen Fließpapier aus, und bewahrt es in einem gut schließenden Gefäße.

Das Salz ist blafs-gelb und krystallisirt. An der Luft verdampft es in einigen Tagen gänzlich; es löst sich bei Abwesenheit von Feuchtigkeit größtentheils unverändert sublimiren, doch scheint sich dabei etwas hydrothionsaures Ammoniak zu bilden.

Das mit Weingeist befeuchtete Salz wird an der Luft augenblicklich dunkler-gelb und in wenigen Secunden roth; das mit Aether gewaschene und gut ausgepresste behält seine gelbe Farbe an der Luft 5 Minuten lang, in gut verschlossenen Gefäßen noch länger. Die wässerige Lösung entfällt sich an der Luft und giebt einen grauen, Kohlenstoff haltenden Niederschlag, ohne daß sich jedoch Schwefelblausäure

ugt. Wässriges Kali, mit dem Salze bis zur Trockne destillirt, giebt einen Rückstand von schwefelblausaurem Kali. Kalkmilch versetzt, liefert es viel gelbes Pulver neben Lösung, welche noch Hydrothiocarbonsäure enthält. Salzsäure und Schwefelsäure enttärben augenblicklich die rothwässerige Lösung dieses Salzes, und machen sie durch verschiedene (bei Ueberschuß der stärkeren Säuren sicher lösende) Hydrothiocarbonsäure milchig; ist die wässrige Lösung concentrirt, so entwickelt sich auch Hydrothionsäure, und es scheidet sich etwas Schwefelartiges ab. In verdünnte Salz- oder Schwefel-Säure scheidet die reine Hydrothiocarbonsäure aus, ohne Entwicklung von schwefliger Säure (S. 327). In verschlossenen Gefäßen mit Weingeist destillirt, zersetzt sich das Salz in Hydrothionsäure und in Hydrothion-schwefelblausaures Ammoniak. (2 M.Gewichte Hydrothiocarbonsäure enthalten 2 Kohlenstoff, 6 Schwefel und 2 Wasserstoff; 1 Ammoniak enthält 1 Stickstoff und 3 Wasserstoff; es bildet sich aus 1 Stickstoff, 2 Kohlenstoff, 3 Schwefel und 2 Wasserstoff 1 M.G. Hydrothion-Schwefelblausäure, welche sich mit 1 M.G. unzersetztem Ammoniak vereinigt; und 3 Schwefel bilden mit 3 Wasserstoff Hydrothionsäure).

Das Salz wird an der Luft feucht, und löst sich sehr leicht in Wasser auf. Der 8fachen Wassermenge ertheilt es eine rothe, einer größern Menge eine braune, einer noch größern eine gelbe Farbe. Die Auflösung hält sich in verschlossenen Gefäßen sehr lange, nur geht das Roth in Rothbraun über. Wenig in Weingeist, nicht in Aether löslich. (Schw. 41, 105).

#### *h. Xanthonsaures Ammoniak.*

Durch Zersetzung des kohlensauren Ammoniaks mit Xanthonsäure. Läßt sich unverändert sublimiren. Sehr leicht in Wasser löslich. ZEISE (Schw. 41, 172).

#### *C. a. S c h w e f e l c y a n.*

Bildung. 1. Beim Erhitzen von Cyanquecksilber mit Schwefel bildet sich nach DAVY Schwefelcyan. — 2. Beim Erhitzen von Cyankalium oder Cyan-Eisenkalium mit Schwe-

fel., dergleichen beim Glühen stickstoffhaltiger Kohle mit kohlensaurem Kali und mit Schwefel oder schwefelsaurem Kali erzeugt sich Schwefelcyan-Kalium. PORRET. — 3. Cyangas, über erhitztes Schwefelbaryum geleitet, wird ohne Abscheidung von Schwefel absorbirt, und bildet eine braune, sehr schmelzbare Masse (von Schwefelcyan-Baryum?), deren farblose wässrige Lösung die Eisenoxydsalze braun färbt. GAY-LUSSAC. Fünffach-Schwefel-Kalium, in Cyangas gegliht, verwandelt sich unter Entwicklung von Schwefel in farbloses Schwefelcyan-Kalium; Doppelt-Schwefelkalium, ohne alles Freiwerden von Schwefel. WÖHLER. — 4. Cyangas, durch wässriges hydrothionigsaures Kali geleitet, giebt einen Niederschlag von Schwefel und von Stickkohlenstoff, während die übrige Flüssigkeit schwefelblausaures Kali enthält, und daher beim Abdampfen Schwefelcyan-Kalium läßt. In wässrigem einfach-hydrothionsauren Kali bildet das Cyangas ein Gemisch von blausaurem und von schwefelblausaurem Kali (weil der Schwefel nur hinreicht, um die Hälfte der, zur Sättigung des Kali's erforderlichen Säure in Schwefelblausäure zu verwandeln); ist es doppelt-hydrothionsaures Kali, so erzeugt sich außerdem noch hydrothionsaures Cyan. WÖHLER. — 5. Beim Erhitzen von Berlinerblau mit Schwefel erzeugt sich Schwefelblausäure. A. VOGEL. — 6. Beim Kochen des blausauren Kali's mit Schwefel bildet sich schwefelblausaures Kali. PORRET. — 7. Beim Zusammenbringen des blausauren Quecksilberoxyds mit hydrothionigsaurem Kali bildet sich schwefelblausaures Kali neben Schwefelquecksilber, und bei fortgesetztem Kochen des Berlinerblau's mit hydrothionigsaurem Kali neben hydrothionsaurem Eisenoxydul. PORRET. — 8. Bei der Zersetzung des Schwefelkohlenstoffs durch wässriges oder weingeistiges Ammoniak (S. 325) bildet sich schwefelblausaures Ammoniak. ZEISE.

Nach PORRET erzeugt sich keine Schwefelblausäure: Beim Zusammenbringen der Hydrothionsäure mit Cyan, Blausäure, blauem Ammoniak und blausaurem Quecksilberoxyd; — beim Zusammenbringen der hydrothionigen Säure, oder des Schwefels, oder des Schwefelkohlenstoffs mit den 3 letzteren Materien; und des by

hydrothionsauren Ammoniaks mit blausaurem Ammoniak oder blausaurem Quecksilberoxyd.

Das Schwefelcyan ist nicht für sich bekannt.

	M.G.			Berzelius
Stickstoff	1	14	24,14	24,28
Kohlenstoff	2	12	20,69	20,63
Schwefel	2	32	55,17	55,09
Schwefelcyan	1	58	100,00	100,00

Verbindungen. a. Mit Wasserstoff zu Schwefelblausäure.

b. Mit den Metallen zu *Schwefelcyan-Metallen*. Sie bilden sich theils nach dem bei der Bildung des Cyans Angeführten, theils beim Zusammenbringen von Schwefelblausäure mit Metalloxyden, mit welchen sie sich bald bei gewöhnlicher Temperatur, bald beim Erhitzen in Wasser und in Schwefelcyan-Metall zersetzt. Die Schwefelcyan-Metalle zerfallen sich größtentheils oder alle in der Glühhitze, Stickstoff, Cyan und Schwefelkohlenstoff entwickelnd, während, oft auch mit Kohle gemengtes, Schwefelmetall zurückzubleiben bleibt. Die meisten derselben lösen sich in Wasser auf; nach der S. 244 angenommenen Ansicht, sofern sich das Schwefelcyan durch Aufnahme von Wasserstoff des Wassers in Schwefelblausäure, und das Metall durch Sauerstoff des Wassers in Metalloxyd verwandelt. Wässrige Schwefelsäure entwickelt aus mehreren Schwefelcyan-Metallen Schwefelblausäure.

#### b. *Schwefelblausäure*.

*PONNET's sulphurotted chyzic acid, GROTHUSS's Anthrazionsäure*. — Findet sich im Speichel des Menschen und Schafs.

Bildung. 1. Bei der Auflösung eines Schwefelcyan-Metalls in Wasser. — 2. In den bei der Bildung des Schwefelcyans genannten Fällen Nro. 4 bis 8.

Darstellung und Eigenschaften. Zersetzt man in einer Glasröhre trocknes Halb-Schwefelcyan-Quecksilber durch hindurchgeleitetes trocknes hydrothionsaures oder salzsaures Gas, so tritt sich die Schwefelblausäure an die Röhre als eine farblose ölige Flüssigkeit an, welche in der Kälte zu einer strahligen Masse zu krystallisiren scheint, sich aber schnell in

Blausäuredampf und geschwefelte Schwefelblausäure zersetzt.  
VÖHLER.

	M.G.			Berzelius	Grotthufs
Stickstoff	1	14	23,73	23,85	19,7
Kohlenstoff	2	12	20,34	20,30	8,5
Schwefel	2	32	54,24	54,17	67,3
Wasserstoff	1	1	1,69	1,68	4,5
Schwefelblausäure	1	59	100,00	100,00	100,0

Nach PORRET enthält sie 0,348 (1 M.G.) Blausäure auf 0,652 (4 M.G.) Schwefel.

Verbindungen. a. Mit Wasser: *Wässrige Schwefelblausäure*.

— 1. Man destillirt schwefelblausaures Kali mit Schwefelsäure, oder besser Phosphorsäure, und Wasser. A. VOGEL nimmt auf 1 schwefelblausaures Kali, in 1 Wasser gelöst,  $\frac{3}{4}$  Vi-  
triöl oder Phosphorsäure, mit  $\frac{3}{4}$  Wasser verdünnt; bei Anwen-  
dung von Schwefelsäure geht zuletzt Schwefel oder geschwefelte  
Schwefelblausäure und hydrothionigsaures Ammoniak über; auch  
bleibt in der Retorte ein gelbes Pulver, welches wahrscheinlich  
geschwefelte Schwefelblausäure ist, um so mehr, je concentrirter  
und überschüssiger die Schwefelsäure angewandt wird. — 2. Man  
fällt schwefelblausaures Kali durch salpetersaures Quecksil-  
beroxydul oder Silberoxyd, wäscht den Niederschlag gut aus,  
vertheilt ihn, ohne ihn zuvor zu trocknen, in Wasser, zer-  
setzt ihn durch einen Strom von hydrothionsaurem Gas, fil-  
trirt und entfernt den Ueberschuß der Hydrothionsäure ent-  
weder durch behutsames Abdampfen, oder durch theilweises  
Zusetzen von noch aufgespartem Niederschlage. BERZELIUS.

Farblose Flüssigkeit, deren höchstes spec. Gewicht 1,023  
beträgt; gefriert bei  $-12,5^{\circ}$  in 6seitigen Säulen, siedet bei  
 $102,5^{\circ}$ . Riecht stechend, der starken Essigsäure ähnlich, rö-  
thet stark Lackmus, schmeckt sehr sauer, wirkt giftig, wie  
die Blausäure, färbt Eisenoxydsalze dunkelroth, und röthet  
deshalb schon Papier und Korkstöpsel. PORRET, VOGEL.

Durch eine glühende Porcellanröhre geleitet, zersetzt  
sie sich nur zum Theil, und zwar, ohne Absatz von Kohle,  
in Schwefel (oder geschwefelte Schwefelblausäure?), Blau-  
säure und etwas Ammoniak; enthält die Röhre Eisen, so ent-  
wickelt sich Blau- und Hydrothion-Säure, und es bleibt Schwefel-  
eisen. A. VOGEL. — Am Sonnenlichte setzt die Säure

Schwefel ab. VOGEL. — Im Kreise der Voltaischen e sammelt sie sich unzersetzt am positiven Pole. Por-  
 — Bei jedesmaliger Destillation läßt sie etwas Schwe-  
 geschwefelte Schwefelblausäure?) zurück, PORRET. —  
 1 Verdampfen an der Luft wird sie gelb, und läßt ein  
 es Pulver fallen, welches mit Kali Ammoniak entwickelt.  
 Chlor zersetzt die Schwefelblausäure gänzlich, ohne alle  
 ang von Schwefel, in Blau-, Salz- und Schwefel-Säure.  
 Iod entwickelt in der Hitze Blausäure, und wird zu hy-  
 diger Säure und zu niederfallendem Iodschwefel. VOGEL.  
 Erhitzte Salpetersäure erzeugt, unter Salpetergas- und  
 säure - Entwicklung, Schwefelsäure; ein Gemisch aus  
 säure und chlorsaurem Kali erzeugt ebenfalls Blau- und  
 wefel-Säure. PORRET, VOGEL. Nach GROTHUSS dagegen  
 t man beim Vermischen des schwefelblausauren Kali's mit chlor-  
 em Kali und Salzsäure nichts, als Schwefelsäure, Kohlensäure  
 Ammoniak, so wie auch Salpetersäure mit schwefelblausaurem  
 oniak nach ihm keine Blausäure entwickelt. Auch nach POR-  
 bildet sich durch stärkere Säuren öfters Ammoniak, sofern der  
 nöthige Wasserstoff vom Wasser geliefert wird. — Vitriolöl  
 aus der Schwefelblausäure Schwefel, VOGEL; die Schwe-  
 ure zersetzt die Schwefelblausäure des schwefelblausau-  
 Kali's zum Theil in Schwefel, schwellige Säure, Kohlen-  
 e und Ammoniak. GROTHUSS.

β. Die Schwefelblausäure erzeugt mit den Salzbasen die  
*efelblausauren Salze, Sulfocyanates*. Man erhält sie 1. durch  
 ösen eines Schwefelcyan-Metalls in Wasser; 2. durch Zu-  
 nenbringen der wässerigen Schwefelblausäure mit einer  
 basis; 3. durch die bei der Bildung des Schwefelcyans  
 r Nr. 4 bis 8 angeführten Verhältnisse. Mit mehreren Me-  
 xyden zersetzt sich die Schwefelblausäure bei gewöhnli-  
 Temperatur in Schwefelcyan-Metall und Wasser, und  
 ist also die Erzeugung eines schwefelblausauren Metall-  
 ls unmöglich. Die schwefelblausauren Metalloxyde ver-  
 deln sich theils schon bei der Krystallisation, theils bei  
 terem Erhitzen in Schwefelcyan-Metalle. Sie liefern weiße,  
 Vasser unauflösliche Niederschläge mit Kupferoxydsalzen,



denen ein Eisenoxydulsalz beigelegt ist, und mit Quecksilberoxydul-, Silberoxyd- und Goldoxyd-Salzen. Mit Eisenoxydsalzen bewirken sie eine dunkelgelbrothe Färbung. Mit Schwefelsäure übergossen, entwickeln sie den stechenden Geruch der Schwefelblausäure. — Alle schwefelblausaure Salze sind leicht in Wasser, zum Theil auch in Weingeist löslich.

γ. Mit Schwefel. — δ. Mit Hydrothionsäure.

ε. Mit Weingeist und wahrscheinlich noch einigen andern organischen Flüssigkeiten.

#### c. *Geschwefelte Schwefelblausäure.*

Bildet sich vorzüglich bei der Zersetzung der Schwefelblausäure durch verschiedene Veranlassungen. Wasserfreie Schwefelblausäure zerfällt von selbst in wenigen Minuten in Blausäure und in diese gelbe Substanz; aus der wässrigen bildet sich geschwefelte Schwefelblausäure. Beim Aussetzen an das Sonnenlicht, bei der Destillation für sich, beim Einwirken der Elektricität, indem sich die gelbe Substanz im Kreise der Voltaischen Säule am positiven Pole absetzt, und beim Erhitzen derselben mit Schwefelsäure, Salpetersäure oder Chlor; dergleichen beim Erhitzen von wässrigem schwefelblausauren Kali mit verdünnter Salpetersäure, oder mit chlorsaurem Kali und Salzsäure. — Die wässrige Schwefelblausäure löst nach PONNET in der Wärme etwas Schwefel auf, den sie beim Erkalten wieder fallen läßt. Ist das Niederfallende vielleicht geschwefelte Schwefelblausäure? — Beim Erhitzen von Schwefel in Blausäuredampf wird dieser absorbirt, und es bildet sich eine gelbliche feste Verbindung, welche sich jedoch in Wasser auflöst, die Bleisalze nicht fällt, und eigenthümliche Salze erzeugt. BERZELIUS (*Lehrbuch* 1825, 1, 650).

**Darstellung.** Man kocht verdünnte Salpetersäure mit wässrigem schwefelblausauren Kali, unterbricht jedoch das Kochen und filtrirt sogleich, sobald viel geschwefelte Schwefelblausäure niedergeschlagen ist, weil sie bei längerem Kochen wieder zerstört wird.

**Eigenschaften.** Nicht krystallinisches, pomeranzengelbes, geruchloses Pulver. — Enthält vielleicht auf 1 M.G. Schwefelblausäure 2 M.G. Schwefel, oder auf 1 M.G. Cyan und 1 Wasserstoff 4 Schwefel.

**Zersetzungen.** 1. Sie entwickelt, in einer Glasröhre erhitzt, viel Schwefel, und läßt einen schwarzen Rückstand,

an der Luft wie Kohle verglimmt. — Wird durch Salzsäure, unter Bildung von Schwefelsäure (und Blausäure?) zersetzt. — 3. Liefert beim Glühen mit Kupferoxyd 2 Maasse ensaures gegen 1 Stickgas. — 4. Liefert, im völlig trocknen Zustande mit Kalium erwärmt, unter lebhafter Entzündung von Feuer und einem brennbaren Gase (Wasserstoff) gelbes Gemisch von Schwefelkalium und von Schwefelkalium. — 5. Scheint beim Kochen mit Wasser zersetzt werden. WÖHLER.

Verbindungen. Nicht in Wasser löslich.

α. In Vitriolöl löslich, daraus durch Wasser unverändert dar.

β. Mit den Salzbasen zu *geschwefelt-schwefelblausauren* en. Die Verbindungen mit den fixen Alkalien sind im wässrigen Zustande gelb, im trocknen, wobei sich vielleicht geschwefelte Schwefelcyan-Metalle erzeugen, roth; sie entwickeln bei stärkerem Erhitzen Schwefel, und gehen dadurch Schwefelcyan-Metalle über. Die geschwefelt-schwefelblausauren Alkalien lassen bei Zusatz einer stärkeren Säure ihre Base als ein gelbes Pulver fallen; sie fällen die Blei-, Kupfer-, Quecksilberoxydul- und Silber-Salze gelb, und röthen die Eisenoxysalze. WÖHLER.

γ. Wenig in Weingeist löslich.

#### *d. Hydrothion - Schwefelblausäure.*

Bildung. S. 325.

Darstellung und Eigenschaften. Man mischt hydrothion-schwefelblausaures Ammoniak, welches in 3 Wasser gelöst mit Schwefel- oder Salz-Säure, die mit der doppelten Wassermenge verdünnt ist, verdünnt hierauf schnell die Mischung mit einer noch größern Wassermenge. Die Hydrothion-schwefelblausäure fällt als eine wasserhelle ölige Flüssigkeit nieder (war die Wassermenge nicht richtig getroffen, ist sie gefärbt und undurchsichtig). Dieses Oel hält sich in der stark sauren Flüssigkeit einige Minuten, zersetzt jedoch während des Versuchs, es davon zu scheiden,

auch in dem Falle, wenn die Schwefelsäure zuvor mit Wein-  
geist gemischt worden war. — Uebergießt man das feste hy-  
drothion-schwefelblausaure Ammoniak mit, sehr wenig verdünnter,  
Schwefelsäure, so scheidet sich eine weisse talgartige Materie ab,  
welche sich nicht in Wasser löst, aber bei einiger Berührung mit  
diesem sich zersetzt. — Mischt man, mit der 8fachen Wassermenge  
verdünnte, Schwefel- oder Salz-Säure mit dem in 12 Wasser ge-  
lösten Salze, so zeigt das Gemisch erst nach einigen Minuten eine  
von unten nach oben sich verbreitende Trübung; diese verschwin-  
det bei weiterem Wasserzusatz, erscheint aber nach einiger Zeit  
wieder; dasselbe wiederholt sich bei weiterem Wasserzusatz; je  
verdünnter jedoch die Flüssigkeit ist, desto länger dauert es, bis  
sich die Trübung einstellt. Lässt man hierauf die Flüssigkeit 10  
Stunden stehen, so setzt sich Schwefelkohlenstoff nieder. ZEISE.

Nach ZEISE'S Versuchen und Vermuthung.

	M.G.			Oder:	M.G.		
Stickstoff	1	14	18,42	Schwefelblausäure	1	59	77,63
Kohlenstoff	2	12	15,79	Hydrothionsäure	1	17	22,37
Schwefel	3	48	63,16				
Wasserstoff	2	2	2,63				
Hydroth.Schwefelblaus.	1	76	100,00		1	76	100,00

Verbindung. Mit Salzbasen zu den *hydrothion-schwefelblau-  
sauren Salzen*. Die Salze der Alkalien zerfallen an der Luft  
durch Oxydation des Wasserstoffs der Hydrothionsäure in  
niederfallenden Schwefel und schwefelblausaures Alkali. Sie  
sind sämmtlich in Wasser löslich. Sie geben mit Silbersalzen  
und mit Kupfersalzen einen gelben Niederschlag, und mit  
Bleisalzen und Quecksilberoxydsalzen einen weissen, der bald  
gelb, röthlich, zuletzt schwarz wird. ZEISE \*).

\*) Eine besondere krystallinische Materie erhielt ZEISE, als er das  
in 200 Wasser gelöste hydrothion-schwefelblausaure Ammoniak  
so lange mit, durch 18 Wasser verdünnter Salz- oder Schwefel-  
Säure versetzte, bis die Flüssigkeit sehr sauer reagirte, dann  
schnell in 12 Wasser gelöstes Salz- oder schwefel-saures Eisen-  
oxyd in kleinen Antheilen nur so lange zufügte, bis die Flüssig-  
keit einen rothlichgelben Schein annahm, nach dem Subsidiären  
decanthirte, den Niederschlag mit kaltem Wasser wusch und zwi-  
schen Fließpapier auspresste. Der Niederschlag bestand in wei-  
ssen, glänzenden Schuppen, denen der Boraxsäure ähnlich, luft-  
beständig, ohne bedeutenden Geruch, Lackmus schwach röthend.  
Salpetersalzsäure zersetzte den Niederschlag schwierig. Warmes  
Wasser entzog ihm Schwefelblausäure. Wässriges Kali löste ihn  
in der Kälte unvollständig, in der Hitze vollständig auf, und die  
gelbe Auflösung verhielt sich wie ein Gemisch von hydrothion-

*e. Hydrothionsaures Cyan?*

*α, Mit geringerem Gehalt an Hydrothionsäure.*

Cyngas und hydrothionsaures Gas wirken im trockenen Zustande nicht auf einander, PORRET, VAUQUELIN; bei Gegenwart von wenig Wasser verdichten sich 2 Maass Cyngas mit 3 M. hydrothionsaurem zu durchsichtigen gelben Nadeln. Diese sind in Wasser löslich. Die Auflösung röthet nicht Lackmus, fällt von allen schweren Metallsalzen bloß die des Quecksilbers, Silbers, Goldes und Palladiums, und zwar mit brauner oder brauner Farbe, erzeugt mit Eisensalzen kein Berlinerblau, und enthält weder gebildete Blau-, noch Schwefelblau-Säure, welche letztere sich jedoch beim Vermischen mit einem Alkali und dann mit einer Säure erzeugt. PORRET, LAY-LUSSAC.

Indem VAUQUELIN zu einem Gemenge von hydrothionsaurem und Cyan-Gas sogleich eine größere Wassermenge liefs, so erhielt unter schneller Absorption der Gase eine erst gelbe, dann braune, geruchlose, erst stechend, dann bitter, nicht sauer schmeckende Flüssigkeit, welche salpetersaures Silber und salzsaures Gold braun färbte (so dafs beim Silber der Geruch nach Cyan merklich wurde), welche Bleizucker erst nach langer Zeit als Schwefelblei fällte, wo-

---

oder hydrothionig-saurem, von hydrothion-schwefelblausaurem und von schwefelblausaurem Kali. Kalter Weingeist löste ziemlich viel von dem Niederschlage auf, und trübte sich dann durch Wasser.

Beim Erhitzen dieses Niederschlags in verschlossenen Gefäßen erhielt ZETSE, neben andern Stoffen, Hydrothionsäure, hydrothiocarbonsaures Ammoniak und einen graubraungelben Rückstand, welcher letztere auch beim Erhitzen des hydrothion-schwefelblausauren Ammoniaks zurückbleibt. Derselbe ist in der Kälte gelblich oder graubraungelb, ziemlich hart, leicht zu pulvern. In der Hitze ist er dickflüssig und braun. In stärkerer Hitze scheint er sich theils unzersetzt zu sublimiren, theils zu zersetzen. Er läßt sich nur schwierig entzünden, und erzeugt dann schweflige Säure. Wässeriges Kali wirkt selbst in der Siedhitze schwach auf sein Pulver; aber beim Abdampfen desselben und stärkeren Erhitzen bildet sich eine Masse, aus welcher Wasser schwefelblausaures Kali aufnimmt. Erhitzte Salpetersäure zersetzt ihn nur schwierig. Vitriolöl erweicht ihn und scheint ihn bei geringer Erwärmung zu lösen. Wasser, Salzsäure und Weingeist wirken nicht auflösend.

Die Natur dieser beiden, Stickstoff, Kohlenstoff, Schwefel und vielleicht auch Wasserstoff haltenden Materien bedarf einer weiteren Aufklärung.

bei in der Flüssigkeit Blausäure blieb; welche, erst mit Eisenvitriol, dann mit Kali und dann mit Schwefelsäure versetzt, Berlinerblau erzeugte; und welche, in verschlossenen Gefäßen sich selbst überlassen, eine braune Materie absetzte, und den Geruch der Blausäure annahm.

Nach POHRET soll sich, wenn sich das hydrothionsaure Gas mit überschüssigem Cyangas verdichtet, eine rothbraune Verbindung erzeugen, welche sich nur zum Theil in Wasser löst, jedoch zu einer Flüssigkeit, die sich wie die Auflösung der gelben Nadeln verhält.

*β. Mit größerem Gehalt an Hydrothionsäure.*

**Bildung und Darstellung.** 1. Cyangas verdichtet sich mit überschüssigem hydrothionsauren Gas zu braunen *undurchsichtigen* Nadeln. — 2. Leitet man Cyangas durch hydrothion- oder hydrothionig-saures Ammoniak, so wird es reichlich absorbirt; es scheidet sich dieselbe Verbindung erst satt pomeranzengelb, dann dunkler gefärbt ab; die übrige Flüssigkeit ist schwarzbraun, und giebt bei Zusatz einer Säure, z. B. der Essigsäure, noch einen reichlichen Niederschlag derselben Materie. Beim Hindurchleiten von Cyangas durch wässerigen hydrothionsauren Baryt erhält man ebenfalls eine schwarzbraune Flüssigkeit, aus welcher Essigsäure die braune Substanz fällt. — 3. Sättigt man Weingeist erst mit Cyangas, dann mit hydrothionsaurem Gas, so wird er dunkelgelb, und setzt viele kleine gelbrothe Krystalle dieser Materie ab. — 4. Auch wenn beide Gase in einem wasserhaltigen Gefäße zusammentreten, und durch Schütteln ihre Absorption befördert wird, so färbt sich das Wasser bald gelb, und setzt immer mehr von dieser Materie in gelbrothen krystallinischen Flocken ab, die sich durchs Filter und Auswaschen mit kaltem Wasser von der sich immer zugleich erzeugenden, jedoch aufgelöst bleibenden Verbindung  $\alpha$  scheiden, und durch Auflösen in heißem Weingeist und Erkalten krystallinisch erhalten lassen. WÖHLER.

**Eigenschaften.** Gelbrothe, glänzende, undurchsichtige, kleine Krystalle.

Wahrscheinliche Zusammensetzung				Wöhler		M.G.				
M.G.				ungefähr	Oder:	M.G.				
Stickstoff	1	14	23,33	53	}	Cyan	1	26	43,33	
Kohlenstoff	2	12	20,00				Hydrothion- Säure	2	34	56,67
Schwefel	2	32	53,34							
Wasserstoff	2	2	3,33							
<hr/>							<hr/>			
pp. hydrothions. Cyan	1	60	100,00				1	60	100,00	

Zersetzungen. 1. Bei gelindem Erhitzen sublimirt sich der inere Theil unzersetzt, während sich der grössere schwärzt, Hydrothionsaures Ammoniak entwickelt und Kohle läßt. — Beim Erhitzen mit fein vertheiltem Kupfer entwickelt sich 1 Ammoniakgas. — 3. Beim Glühen mit Kupferoxyd werden 2 Maasse kohlen-saures Gas gegen 1 M. Stickgas in Freiheit gesetzt. — 4. Beim Erhitzen mit reinem oder kohlen-saurem Kali bildet sich ein Gemisch von hydrothionsaurem und von schwefelblausaurem (nicht auch von blausaurem? Gm.) li. — 5. Mit salpetersaurem Silberoxyd erzeugt sich, un-  
Freiwerden von Salpetersäure und Cyan, Schwefelsilber und Wasser.

Verbindungen. 1. Kaltes Wasser löst nur sehr wenig auf; schenkes eine grössere Menge, die wieder herauskrystallisirt.

2. Vitriolöl giebt damit eine gelbe Lösung, welche bei Wasserzusatz die unveränderte Substanz fallen läßt.

3. Mit einigen Salzbasen. Namentlich löst sie sich un-  
ersetzt in kaltem wässrigen Kali, und ihre wässrige Lösung löst zwar nicht die Eisen- und Zink-Salze, aber die Bleisalze ab, die Kupfersalze schwarzgrün, und die Quecksilberoxyd-salze weifs. Die meisten dieser Verbindungen zersetzen sich der Wärme, vorzüglich durch Bildung von Schwefelmetall\*).

4. In Weingeist löslich. WÖHLER.

#### Stickstoff und Selen.

##### A. Hydroselensaures Ammoniak.

Ammoniakgas verdichtet sich mit hydroselensaurem Gase  
einem weissen Nebel, dann zu einer blafsrothen, nicht

\*) Ueber noch eine andere, Stickstoff, Kohlenstoff, Schwefel und vielleicht Sauerstoff oder Wasserstoff enthaltende, noch genauer zu bestimmende Verbindung s. GAY-LUSSAC u. LIEBIG (*Ann. Chim. Phys.* 25, 309) und LIEBIG (*Kastn. Arch.* 6, 527).

krystallinischen Masse, die sich in Wasser mit rother Farbe löst. Die rothe Färbung ist wahrscheinlich von etwas Luft, welche Dehydrogenation bewirkte, abzuleiten. BERZELIUS.

Ammoniakgas und wässeriges Ammoniak wirken nicht auf das Selen ein. Destillirt man ein Gemenge aus Selencalcium und Salzmia, so geht neben Ammoniakgas und Selen eine rothe, stark beipatisch riechende Flüssigkeit über, welche durch Vermischen mit viel Wasser roth getrübt wird, und beim Aussetzen an die Luft sich in entweichendes Ammoniak und Wasser und in niederfallendes Selen zersetzt. BERZELIUS. Wahrscheinlich ist diese Flüssigkeit als hydroselenigsaures Ammoniak zu betrachten, d. h. als hydroselen-saures Ammoniak, welches noch mehr Selen aufgelöst hat.

### B. S e l e n s a u r e s A m m o n i a k.

a. *Einfach.* — Man löst die Säure in concentrirtem wässerigen Ammoniak, so daß sie etwas vorwaltet, und läßt die Lösung an einem kühlen Orte krystallisiren. — 4seitige Säulen, geschoben 4seitige Tafeln und federartige Krystalle. — Entwickelt beim Erhitzen unter lebhaftem Aufschäumen zuerst Wasser und Ammoniak, dann Wasser und Stickgas nebst wenig, theils in Wasser gelöstem, theils trockenem sublimirten 4fach-selensauren Ammoniak, und läßt geschmolzenes Selen. An der Luft zerfließend.

b. *Doppelt.* — Durch Auflösen des Salzes a in Wasser und freiwilliges Verdampfen, wobei Ammoniak entweicht. — Luftbeständige Nadeln.

c. *Vierfach.* — Durch nochmaliges Abdampfen von b oder durch Hinzufügen von Säure. — Nicht krystallisirbar, an der Luft zerfließend. BERZELIUS.

### C. S e l e n c y a n u n d S e l e n b l a u s ä u r e.

Bloß in Verbindung mit Kalium und Kali bekannt.

### Stickstoff und Iod.

#### A. I o d s t i c k s t o f f.

Man bringt gepulvertes Iod oder Chloriod im Minimum mit wässrigem oder kohlensaurem Ammoniak zusammen, und filtrirt nach einiger Zeit die Flüssigkeit ab. s. Zersetzung des Ammoniaks No. 3, c, S. 450. — Bräunlichschwarzes Pulver.



	M.G. Nach Gay-Lussac's Annahme		
Stickstoff	1	14	3,6
Iod	3	375	96,4
Iodstickstoff	1	389	100,0

Zersetzt sich mit heftigem Knall und mit, in der Dunkelheit bemerkbarem, violetten Lichte in Stickgas und Iod nach dem geringsten Stoss, durch Erhitzung, oft schon von selbst beim Trocknen; im feuchten Zustande verpufft es nur bei starkem Stoss. — Wasser in grösserer Menge, besonders kochendes, Salzsäure, wässeriges hydriodsaures Ammoniak und wässeriges Kali lösen allmählig das Iod dieser Verbindung auf, unter Entwicklung des Stickgases.

*B. a. Iodhaltende wässerige Salpetersäure.*

Die erhitzte Salpetersäure löst etwas Iod auf, welches beim Abkühlen in der Kälte wieder in kleinen Nadeln niederfällt.

*b. Iodsaure Salpetersäure.*

Salpetersäure bildet mit der concentrirten wässrigen Lösung der Iodsaure platte rhomboidale Krystalle, welche sich bei geringer Hitze theils sublimiren, theils in Salpetersäure, Iod und Sauerstoffgas zersetzen. DAVY.

*C. a. Iod ammoniak.*

Trocknes Iod verwandelt sich durch Absorption des trocknen Ammoniakgases in eine schwärzlichbraune, metallisch glänzende, sehr zähe Flüssigkeit, deren Glanz und Zähigkeit bei einem Ueberschuss von Ammoniak abnimmt. — Beim Erhitzen entwickelt sie eine mit Ammoniak überladene Flüssigkeit, und verdampft dann unzersetzt mit violetter Farbe. Beim Zufügen von Wasser zersetzt sie sich in Iodstickstoff und hydriodsaures Ammoniak. — In Weingeist auflöslich.

*b. Hydriodsaures Ammoniak.*

Bildet sich, in Wasser aufgelöst, bei der Darstellung des Iodstickstoffs. Kann nach mehreren der beim Iodkalium angegebenen Methoden erhalten werden. Scheint in Würfeln

zu krystallisiren. Verdampft bei Abhaltung von Sauerstoff unzersetzt. Die Auflösung tritt an den Sauerstoff der Wasserstoff ab, und wird zu gelbem *hydriodigsaurem Ammoniak*.

*c. Iodsaures Ammoniak;*

Durch unmittelbare Vereinigung der 2 Bestandtheile Weis, körnig, auf glühenden Kohlen heftig mit viel Rauche verpuffend. — In Wasser sehr wenig auflöslich. VAUQUELIN.

*D. Iodcyan.*

*Cyaniod, Cyanure d'iode.*

Bildung. Beim Erhitzen des Cyanquecksilbers oder silbers mit Iod bildet sich Iodcyan und Iodmetall. Es scheint sich mit Ioddampf nicht zu verdichten.

Darstellung. Man mengt 2 Cyanquecksilber mit 1 Iod möglichst trockenen Zustande genau, aber schnell, und wärmt das Gemenge allmählig und gelinde entweder in mit Vorlage versehenen Retorte, oder in einem weithalsigen Kolben, dessen Mündung unter eine mit einer Glasplatte geschlossene Glocke leitet, oder mit einer hohlen Glaskugel deckt ist, die, so oft sie mit Sublimat gefüllt ist, mit andern vertauscht wird. — Vom rothen Iodquecksilber, welches sich besonders gegen das Ende der Operation dem Iod beigemengt, reinigt man dasselbe durch nochmalige Sublimat Wasserbade oder an der Sonne, was sehr langsam erfolgt. Es ist erst mit concentrirtem wässerigen Kali, dann mit Salzsäure übersättigt, keinen Niederschlag von Iodquecksilber, sondern frei hiervon.

Eigenschaften. Weiße, lange, sehr zarte und biegsame Nadeln, feder- und sternförmig vereinigt. Sinkt in Wasser schnell zu Boden. Verdampft erst weit über 100°, ohne Zersetzung. Riecht höchst durchdringend und steche gleich nach Iod und Cyan; reizt die Augen stark zu Thränen; schmeckt äußerst beißend (bei Gehalt an Iodquecksilber metallisch); entfärbt Lackmus- und Curcuma-Papier röthet, auch in Wasser gelöst, nicht Lackmus; wirkt giftig durch Iod und Cyan zugleich.

	M.G.			Serullas
Cyan	1	26	17,22	
Iod	1	125	82,78	80,66
Iodcyan	1	151	100,00	

**Zersetzungen.** 1. Auf glühenden Kohlen, SERULLAS, oder beim Hindurchleiten durch eine glühende Glasröhre, WÖHLER, entwickeln sich die violetten Dämpfe des Iods. — 2. Phosphor, damit bis zum Schmelzen erhitzt, erzeugt, oft unter Feuerentwicklung, Iodphosphor, wobei ohne Zweifel das Cyan in Freiheit gesetzt wird; eben so erzeugt gepulvertes Antimon beim Erwärmen unter Geräusch Iodantimon; und Quecksilber, mit der wässrigen Auflösung des Iodcyans geschüttelt, wird, unter Freiwerden des Cyans, zu Iodquecksilber. WÖHLER. — 3. Das Iodcyan zerfällt im trockenen Zustande mit Hydrothionsaurem Gase in Blausäure und in schwarzen Iodschwefel; bei Gegenwart von Wasser dagegen in Blausäure, Hydriodsäure und niederfallenden Schwefel. WÖHLER. —

Wässrige schweflige Säure (das trockene Gas wirkt nicht) zersetzt das Iodcyan, durch Aufnahme von Sauerstoff aus dem Wasser und Uebertragen von dessen Wasserstoff auf das Cyan, in Schwefelsäure, Blausäure und niederfallendes Iod, welches nach SERULLAS durch ein größeres Verhältniß von schwefliger Säure in Hydriodsäure verwandelt wird. — 5. Das Iodcyan löst sich in wässrigem Kali zu einer Flüssigkeit, welche Blausäure, Hydriodsäure und ohne Zweifel zugleich Iodsäure enthält, daher, nach dem Versetzen mit einer Säure, Stärkmehl bläut, und, mit einem Eisenoxydsalze, dann mit Salzsäure gemischt, Berlinerblau liefert. WÖHLER. — Trocknes Chlorgas und Salpetersäure zersetzen nicht das Iodcyan, SERULLAS; dergleichen nicht Vitriolöl nach v. DUK und Salzsäure nach WÖHLER, während nach SERULLAS das Vitriolöl Fällung von Iod, und die Salzsäure Zersetzung in Blausäure und freies Iod bewirken soll.

**Verbindungen.** a. Leicht in Wasser löslich; die farblose Lösung hat den Geruch und Geschmack des Iodcyans, röthet weder Lackmus, noch Curcuma, fällt keine Metallsalze und bläut nicht Stärkmehl.

b. Löst sich in wässriger Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure zu farblosen Flüssigkeiten.

c. In Weingeist noch leichter löslich, als in Wasser; noch leichter in Aether und in flüchtigen Oelen, wie Terpenthinöl; auch in fetten Oelen löslich. vgl. DAVY, WÜLLER, SEBULLAS, VAN DYK \*).

### Stickstoff und Chlor.

#### A. Chlorstickstoff.

##### *Halogenazot, Chlorure d'azote.*

Bildung und Darstellung. Man bringt bei einer Temperatur von  $+4$  bis  $8^{\circ}$ , DULONG, von  $+32^{\circ}$  und mehr (sofern die Bildung in der Wärme schneller, als in der Kälte erfolgt), PORRET, WILSON u. KIRK, die wässrige, nicht ganz gesättigte Auflösung des schwefelsauren, phosphorsauren, salzsauren, salpetersauren oder klee-sauren Ammoniaks, oder der eisenhaltigen Salmiakblumen, oder des salzsauren Zinkoxydammoniaks mit Chlorgas zusammen. Das Ammoniak muß an eine Säure gebunden seyn, welche nicht durch die Salzsäure angetrieben wird. Es bildet sich dabei immer freie Salzsäure. Wässriges Ammoniak giebt erst Chlorstickstoff, nachdem es durch das Chlor in salzsaures Ammoniak verwandelt ist; kohlensaures Ammoniak, salzsaures Platinoxydammoniak und schwefelsaures Kupferoxydammoniak liefern ebenfalls im Anfange keinen Chlorstickstoff. Die Bildung des Chlorstickstoffs wird gehindert durch hydrothionigsäures Ammoniak, durch Schwefelpulver, Kohlenpulver, oder wenn das Chlorgas mit  $\frac{1}{3}$  Maass kohlensaurem Gas oder Luft, oder mit 1 Maass Wasserstoffgas gemengt ist. PORRET, WILSON u. KIRK.

Entweder bringt man eine mit Chlorgas gefüllte Glocke über die Auflösung eines der genannten Salze, wo das Gas absorbirt wird, und der Chlorstickstoff sich als ein ölartiges Häutchen auf der Oberfläche zeigt, bis er in Kügelchen niederfällt; — oder man leitet das Chlorgas in Blasen durch die

---

\*) Ueber eine andere, Cyan und Iod enthaltende, noch genauer untersuchende Verbindung, welche sich bei der Zersetzung des Knallsilbers durch Hydriodsäure neben Blausäure erzeugt, und die Eigenschaft hat, salzsaures Eisenoxyd unmittelbar dunkelroth niederzuschlagen, s. GAY-LUSSAC u. LIEBIG (*Ann. Chim. Phys.* 25, 309).

nannte Auflösung. — Aufbewahrung in zugeschmolzenen Glas-  
hren, mit der Salzlösung bedeckt.

Eigenschaften. Wachsgelber, öartiger, doch sehr flüssi-  
r Körper, von 1,653 spec. Gewicht. DAVY. Gefriert noch  
ht bei ungefähr  $-40^{\circ}$ . Verdunstet sehr schnell an der  
ft. Lässt sich noch unter  $+71^{\circ}$  destilliren. — Scheint  
ht die Elektricität zu leiten. PORRET, WILSON u. KIRK. —  
echt eigenthümlich durchdringend, die Augen schmerzhaft,  
Respirationsorgane weniger, als Chlorgas, angreifend.

	Nach Davy			Nach Porr., Wils. u. Kirk's Angabe					
	M.G.			früher			später		
				M.G.			M.G.		
Stickstoff	1	14	9	1	14	11,7	1	14	11,6
Chlor	4	141,6	91	3	106,2	88,3	3	106,2	87,6
Wasserstoff	»	»	»	»	»	»	1	1	0,8
Chlorstickstoff	1	159,6	100	1	120,2	100,0	1	121,2	100,0

Zersetzungen. 1. Durch viele Veranlassungen werden die  
iden, nur durch eine sehr geringe Affinität zusammenge-  
haltenen, Bestandtheile dieses Körpers *rasch* getrennt; beide,  
sonders der Stickstoff, verwandeln sich schnell in Gas,  
d bringen einen äußerst heftigen Knall, Zerschmetterung  
er umgebenden Gefäße u. s. w. hervor. 2 Gran Chlorstick-  
stoff bewirken einen stärkeren Knall, als ein Flintenschuss.  
as sich beim Verpuffen zeigende Licht muß aus der Com-  
pression der umgebenden Luft erklärt werden. S. 101.

Die das Verpuffen veranlassenden Umstände sind entwe-  
er unmittelbare Temperaturerhöhung bis zu wenigstens  $93^{\circ}$ ,  
B. Annäherung eines glühenden Eisens an seinen Dampf,  
s. w., oder sie bestehen in der Berührung mit einem Kör-  
er, der sich mit einem Theil des Chlors unter Wärmee-  
ntwicklung vereinigt. Die heftigste Detonation bringt der Phos-  
phor hervor; etwas weniger heftige das Phosphorcalcium, der  
Schwefelkohlenstoff aufgelöste Phosphor, Phosphorwasser-  
stoffgas, welches dabei verschwindet, hydrothionige Säure,  
Chlorpetergas, concentrirtes wässriges Ammoniak, Manganseife,  
Zinnseifenpulver, Kupferseife, Quecksilberoxydul- und Oxyd-Seife,  
Zinnseife, Steinöl, Bernsteinöl, Terpenthinöl, Pomeranzenöl,

phosphorhaltender Campher, Palmenöl, Fischthran, Baumöl, campherhaltiges Baumöl, Leinöl, Ambra, Myrrhe, Federharz. — Kalihydrat bringt bei Gegenwart von Wasser ebenfalls die Verpuffung zuwege durch die sich bei seinem Auflösen entwickelnde Wärme. PORRET, WILSON u. KIRK.

2. Der Chlorstickstoff wird *allmählig*, bloß unter, von Entwicklung des Stickgases herrührendem, Aufbrausen zer-  
setzt, während das Chlor in neue Verbindungen tritt, durch Quecksilber und Kupfer, durch verdünntes wässriges Ammoniak und Kali, durch Kalk, kohlensauren Kalk, rothes Bleioxyd, Baryt-, Strontian-, Kalk- und Bittererde-Seife, durch gemeines Harz und Ochsen gallenharz unter schwachem Aufbrausen; — durch Phosphoräther, Kali-, Alaunerde-, Zinn- und Kobalt-Seife, und durch Harz und Gummilack, in Weingeist aufgelöst, unter starkem Aufbrausen. — In Berührung mit salpetersaurem Silberoxyd bildet er Chlorsilber; aus dem Schwefelwasserstoffgase fällt er den Schwefel; aus dem Arsenikwasserstoffgase das Arsenik. PORRET, WILSON u. KIRK. — Concëtrirte Salzsäure erzeugt damit salzsaures Ammoniak unter Abscheidung von mehr Chlorgas, als in dem Chlorstickstoff vorhanden war, weil hier die Salzsäure an den Stickstoff Wasserstoff abtritt, und selbst zum Theil in Chlor verwandelt wird.

Ohne zersetzende Wirkung auf den Chlorstickstoff zeigen sich: Schwefel, Schwefelalkohol, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, blausaures Eisenoxydalkali, Zinn, Zink, Grauspießglanzerz, Zinnober, Kohle, Gagat, Schellack, Weihrauch, Scammonium, Leberaloe, Ammoniakharz, Wachs, Wallrath, Fettwachs, Butter, Schweinefett, Weingeist, Schwefeläther, Salpetermineralöl, Zucker, Manna, Gummi, Stärke, Indigo, Kinogummi, Katechu, trockenes Eiweiß und Benzoesäure. — Auch läßt sich der Chlorstickstoff, wie es scheint, ohne Zersetzung, in Sauerstoff-, Wasserstoff-, ölerzeugendem und Stick-Gas, und in atmosphärischer Luft verdampfen. PORRET, WILSON u. KIRK.

Verbindungen. a. Mit Schwefelkohlenstoff mischt er sich zu einer gelben Flüssigkeit, welche mit Phosphor oder Oel nicht verpufft, sondern bei einem Ueberschuß der beiden letztern sich ohne Verpuffung entzündet. — b. Mit mehre-

organischen Stoffen, jedoch mit den meisten unter Auf-  
 lösen und also wenigstens theilweiser Zersetzung, nament-  
 lich mit Asphalt, Elaterit, Kopal, Mastix, Guajak, Euphor-  
 bia, stinkendem Asand, Campher, Schwefelcampher, Mus-  
 kübel, Talg- und Oel-Säure, mit Baumöl, Palmenöl und Ter-  
 pentinöl, durch die man Chlorgas streichen ließ, und mit  
 Baumöl, welches über Sublimat gekocht worden ist. PONNET,  
 LELSON u. KIRK.

*B. a. Wässrige Salpetersalzsäure.*

*Salpetrige Salzsäure, Königswasser, Goldscheidewasser, Acide  
 -omuriatique, Aqua Regis.*

Bildung und Darstellung. Durch Vermischen wässriger  
 Salpetersäure mit wässriger Salzsäure; beim Auflösen eines  
 salpetersauren Salzes in wässriger Salzsäure; beim Auflösen  
 eines salzsauren Salzes, oder eines Chlormetalls in wässriger  
 Salpetersäure. In allen diesen Fällen, besonders schnell in  
 der Wärme, färbt sich die Flüssigkeit allmählig gelb, weil  
 Chlor durch Oxydation des Wasserstoffs in der Salzsäure oder  
 durch Metalls im Chlormetall Chlor und salpetrige Säure bilden.  
 Die Abscheidung des Chlors erfolgt nur so lange, bis die  
 Flüssigkeit mit demselben gesättigt ist, sie geht aber fort,  
 wenn das gebildete Chlor bei offenem Gefäße immer wieder  
 entweichen kann, bis endlich entweder alle Salpetersäure,  
 oder der ganze Gehalt an Salzsäure oder Chlormetall zersetzt

BERZELIUS. Hat man die Flüssigkeit so lange erhitzt,  
 bis sie kein Chlor mehr entwickelt, so vermag sie auch kein  
 Gold mehr zu lösen. DAVY (*Quart. J. of Sc.* 1, 67; auch *Gillb.* 57,  
 5). — Salzsaures Gas verdichtet sich nicht mit salpetrigsaurem  
 Ammoniak; wässrige Salzsäure ist zwar mit salpetriger Säure misch-  
 bar, dieses Gemisch löst jedoch das Gold nicht auf. DAVY. —  
 gewöhnlich nimmt man 1 Salpetersäure auf 2 bis 3 Salzsäure.

Gelbe, rauchende, sehr ätzende Flüssigkeit. — Dient  
 zum Auflösen solcher Metalle in Salzsäure, welche geringe  
 Affinität gegen den Sauerstoff haben.



b. *Salpetersaurer Chlorkohlenstoff.*

Erhitzte Salpetersäure löst Anderthalb-Chlorkohlenstoff auf, wovon ein Theil beim Erkalten, der andere beim Versetzen mit Wasser niederfällt. Die Lösung fällt nicht das salpetersaure Silber. FARADAY.

C. a. *Salzsaures Ammoniak.*

*Salmiak, Sal ammoniacum.* — Findet sich bei Vulkanen.

Gleiche Maasse salzsaures und Ammoniak-Gas verdichten sich unter Wärmeeentwicklung rasch zu Salmiak.

Darstellung. 1. In Aegypten sublimirt man Salmiak aus dem beim Verbrennen des Kameelmistes erhaltenen Ruß. — 2. Man verbrennt in eigenen Oefen ein Gemenge aus Steinkohle, Kochsalz, thierischen Theilen und Thon, und sublimirt den dabei erzeugten Ruß. — 3. Das durch trockene Destillation fester thierischer Substanzen, oder durch Destillation verfaulten Harns erhaltene unreine kohlensaure Ammoniak wird entweder gleich durch Salzsäure oder salzsauern Kalk, salzsaure Bittererde oder Alaunerde in salzsaures Ammoniak verwandelt, oder es wird zuerst durch Schwefelsäure, Eisenvitriol oder Gyps in schwefelsaures Ammoniak, und dieses durch Kochsalz in salzsaures Ammoniak umgeändert. — Das Salz wird meistens durch Sublimation abgetrennt, und stellt sich dann in oft noch grau- oder braungefärbten Kuchen von faserigem Gefüge dar, welche durch Sublimation im Kleinen, oder durch Auflösen in Wasser, Filtriren und Krystallisiren gereinigt werden, wo das Salz in feinen Krystallen, *Salmiakblumen, gereinigter Salmiak*, erscheint.

Eigenschaften. Krystallisirt in regelmässigen Oktaedern, in Würfeln und in federähnlichen Krystallen; spec. Gew. 1,450, WATSON. Verdampft im Feuer unzersetzt, ohne zu schmelzen. Luftbeständig. Schmeckt scharf salzig, urinos.

	M.G.			Kirwan Bucholz Berzel.				Mas
Ammoniak	1	17	31,8	25	31	31,95	Ammoniakg.	1
Salzsäure	1	36,4	68,2	75	69	68,05	Salzs. Gas	1
Salmiak	1	53,4	100,0	100	100	100,00		

Kalium, mit Salmiak erhitzt, bildet Chlorkalium, unter Entwicklung von 2 Maassen Ammoniakgas auf 1 Maass Was-  
stoffgas. DAVY. Aehnlich verhalten sich Eisen und andere  
alle, die jedoch weniger rasch einwirken. Die daraus ent-  
enden Chlormetalle vereinigen sich oft mit dem abge-  
edenen Ammoniak, oder mit unzersetztem Salmiak. —  
t sich in 3 Wasser von 19° unter starker Kälteerzeugung  
in 1 kochendem Wasser auf. Sehr wenig in Weingeist  
löslich.

*b. Chlorsaures Ammoniak.*

Man erhält es nach GAY-LUSSAC durch Vermischen der  
rigen Chlorsäure mit wässrigem Ammoniak; nach CHENE-  
durch Zersetzung des chlorsauren Baryts, Strontians oder  
s mit kohlsaurem Ammoniak. — Krystallisirt in feinen  
eln; schmeckt sehr stechend. Scheint sich nach VAUQUELIN  
h unter dem Siedpuncte des Wassers zu verflüchtigen. —  
pufft auf einer heißen Unterlage mit rother Flamme, wie  
flammende Salpeter; zersetzt man das Salz durch gelinde  
rme, so erhält man Chlorgas, Stickgas und wenig Sauer-  
fgas oder vielleicht oxydirtes Stickgas, und es bleibt we-  
salzsaures Ammoniak mit Säureüberschuß. VAUQUELIN. —  
r auflöslich in Wasser und Weingeist. CHENEVIX.

*c. Phosgen - Ammoniak.*

1 Maass Phosgengas verdichtet sich unter starker Wär-  
entwicklung mit 4 Maassen Ammoniakgas zu einem weissen,  
schlossenen Körper, von salzig stechendem Geschmack, die  
anzenfarben nicht ändernd.

Nach JOHN DAVY.

	M.G.			Oder:	Maass
Ammoniak	2	34	40,77	Ammoniakgas	4
Phosgen	1	49,4	59,23	Phosgengas	1
Phosgenammoniak	1	83,4	100,00		

Oder: 6 M.G. Wasserstoff, 2 Stickstoff, 1 Kohlenstoff, 1 Chlor  
1 Sauerstoff.

Wässrige Phosphor-, Schwefel- und Salpeter-Säure ent-  
keln aus ihm 2 Maasse salzsaures Gas auf 1 Maass kohlen-

saures Gas. Auch wässrige Salzsäure zersetzt diesen Körper. Essigsäure löst ihn ohne Aufbrausen auf. Löst sich in kohlensaurem, schwefligsaurem und salzsaurem Gase ohne Zersetzung sublimiren. — An der Luft zerfließt er. JOHN DAVY.

*d. Chlorboron - Ammoniak.*

1 Maass Chlorborongas verdichtet, wenn das Ammoniakgas im Ueberschuss gegeben ist,  $1\frac{1}{2}$  M. von diesem, und bildet damit eine weisse Materie, die etwas minder flüchtig ist, als Salniak, und sich unzersetzt sublimirt. BERZELIUS.

*e. Chlorphosphor - Ammoniak.*

Drittelhalb-Chlorphosphor, in trockenem Ammoniakgas erhitzt, absorbirt dasselbe unter Wärmeentwicklung. Man muß, um die Berührungspuncte zu erneuern, die Masse öfters pulvern. Eben so verhält sich der Anderthalb-Chlorphosphor, bei welchem der überschüssige Phosphor abgeschieden wird. — Es bildet sich ein weisses Pulver, welches bei abgehaltenem Luftzutritt, so lange es kein Wasser absorbirt hat, selbst in der Weissgluth hitze feuerbeständig, und geruch- und geschmacklos ist. — In die Flamme gehalten, zeigt es schwache Spuren von Entzündung, färbt die Flamme gelb, und hinterläßt Phosphorsäure. — Mit Kalihydrat geschmolzen, entwickelt es Ammoniakgas, brennt ein wenig, und läßt phosphorsaures Kali nebst Chlorkalium. — Durch kochendes Wasser, durch Schwefel-, Salz- und Salpeter-Säure, und durch wässriges Kali wird es nicht verändert. DAVY. Nach GROUVELLE wird es durch wässriges Kali sogleich unter Entwicklung von Ammoniak zersetzt; auch löst es sich nach ihm allmählig in Wasser auf zu neutralem phosphorsäuren und salzsauren Ammoniak, und es muß demzufolge 1 M.G. Chlorphosphor auf  $3\frac{1}{2}$  M.G. Ammoniak enthalten.

*f. Chlorschwefel - Ammoniak?*

Der Chlorschwefel absorbirt nach THOMSON Ammoniakgas, wodurch er sich in eine feste, je nach dem Verhältnisse bald purpurrothe, bald goldgelbe Substanz verwandelt. Nach GROUVELLE existirt kein Chlorschwefelammoniak, da sich der Chlor-

Schwefel mit Ammoniakgas, unter lebhafter Wärmeentwicklung, sogleich zu salzsaurem Ammoniak, zu Stickgas und zu Schwefel zerlegt.

*g. Sauerstoffchlorschwefelkohlenstoff - Ammoniak.*

Der Sauerstoffchlorschwefelkohlenstoff nimmt allmählig viel Ammoniakgas auf; die Verbindung ist anfangs flüssig, wird bei mehr Ammoniak fest. Sie schmeckt erst scharf, dann schwellig. — Im reinen Zustande läßt sie sich unzersetzt sublimiren; hat sie jedoch etwas Wasser angezogen, so schmilzt sie beim Erhitzen, und giebt zuerst Ammoniakgas, dann schwelligsaures Gas und eine ätherische, nach Blausäure riechende, Flüssigkeit, und endlich ein aus salzsaurem und schwelligsaurem Ammoniak bestehendes Sublimat. — Zieht aus der Luft Krystallwasser an, ohne zu zerfließen; löst sich in Wasser auf (wahrscheinlich zu kohlensaurem, schwelligsaurem und salzsaurem Ammoniak). BERZELIUS.

*D. Chlorcyan.*

*Acide chlorocyanique; BERTHOLLET's oxydirte Blausäure.*

Bildung. Chlorgas wirkt im Dunkeln nicht auf vollkommen trocknes Cyanquecksilber, bildet aber im Lichte Chlorcyan. Chlorgas wirkt nicht in der Dunkelheit auf, mit Luft vermengten, Blausäuredampf; an der Sonne bildet es sogleich, wie Verpuffung, einen dichten Nebel und ölige Tropfen. — Chlorgas, mit wässriger Blausäure gesperrt, erzeugt Salzsäure und Chlorcyan, das sich zum Theil in öligen Tropfen an die Locke anlegt. GAY-LUSSAC. vgl. auch S. 466.

Darstellung. Man leitet so lange Chlorgas durch wässrige Blausäure, bis die Flüssigkeit Indigauflösung entfärbt, so Ueberschuß von Chlor enthält, welcher durch Schütteln mit Quecksilber hinweggenommen wird. Aus der, Salzsäure und Chlorcyan haltenden, Flüssigkeit entwickelt man durch Erwärmen ein Gemenge aus kohlensaurem Gase, das sich selbst Ammoniak beim Erwärmen erzeugt, und aus Chlorcyan. Eine kohlensaures Gas läßt sich der Chlorcyan aus jener Flüssigkeit unter der Luftpumpe entwickeln. GAY-LUSSAC.

zu einem *basischen Salze*, welches jedoch beim Sublimiren wieder dieses Ammoniak verliert. **BERZELIUS.**

*b. Doppelt.* — Durch Abdampfen des in Wasser gelösten einfach-sauren Salzes bei 36 bis 40°, wobei die Hälfte des Ammoniaks entweicht. — Körnige Krystalle, in warmer Luft beständig, bei gewöhnlicher Temperatur mit einer kriechenden Bewegung zerfließend. **BERZELIUS** (*Pogg.* 1, 1<sup>r</sup>). Verflüchtigt sich in der Hitze als ein weißer stechender Rauch, der beim Einathmen sehr nachtheilig wirkt.

*B. Fluorboron - Ammoniak.*

*a. Halb.* — Gleiche Maasse Fluorborongas und Ammoniakgas vereinigen sich zu einem weißen, undurchsichtigen, festen Körper, der sich in verschlossenen Gefäßen bei gelinder Wärme unverändert sublimirt (bei Gegenwart von Wasser in sich sublimirendes Fluorboron-flusssaures Ammoniak und in zurückbleibende Boraxsäure zerfällt), und sich im Wasser zu fluss- und borax-saurem Ammoniak (nach **BERZELIUS** zu flusssaurem Boraxsäure - Ammoniak und zu boraxsaurem Ammoniak) auflöst. **J. DAVY.**

*b. Viertel.* — 1 Maass Fluorborongas bildet mit 2 Maassen Ammoniakgas eine wasserhelle Flüssigkeit, welche durch Erhitzen, durch Aussetzen an die Luft, durch Kohlensäure oder durch Salzsäure den Ueberschuss des Ammoniaks verliert und zu der ersten festen Verbindung wird. **J. DAVY.**

*c. Sechstel.* — 1 Maass Fluorborongas vereinigt sich mit 3 Maassen Ammoniakgas zu einer Flüssigkeit, die mit 6 in ihren Eigenschaften übereinkömmt. **J. DAVY.**

	a				b			
	M.G.		J. Davy		M.G.		J. Davy	
Ammoniak	2	34	20,53	20	4	68	34,07	33
Fluorboron	1	131,6	59,47	80	1	131,6	65,93	67
Fluorboronammoniak	1	165,6	100,00	100	1	199,6	100,00	100

	c			
	M.G.		J. Davy	
Ammoniak	6	102	43,66	43
Fluorboron	1	131,6	56,34	57
Fluorboronammoniak	1	233,6	100,00	100

*C. Fluorboron-flusssaures Ammoniak.*

Boraxsäure treibt aus einfach-flusssaurem Ammoniak einen Theil des Ammoniaks aus, und erzeugt in Verbindung von 1 M.G. 6fach-flusssaurer Boraxsäure mit 2 M.G. einfach-flusssaurem Ammoniak ein flusssaures Boraxsäure-Ammoniak, welches beim Abdampfen zu einer Verbindung von Fluorboron mit flusssaurem Ammoniak wird, und durch Sublimation von überschüssig zugefügter Boraxsäure befreit werden kann. — Das Sublimat ist weiß, an den heißer gewordenen Stellen geschmolzen und durchsichtig, aber nirgends krystallinisch. Aus der wässerigen Lösung krystallisirt das Fluorboron-flusssaure Ammoniak in kleinen Säulen. Es schmeckt wie Salmiak und röthet Lackmus. Es wird durch Vermischen mit Ammoniak und Abdampfen nicht verändert. Es löst sich leicht in Wasser und ziemlich leicht in Weingeist. BERZELIUS.

Stickstoff und Stickstoff.

*A. Salpetrige Salpetersäure.*

*Rauchende Salpetersäure, Spiritus nitri fumans.* — Bildet sich beim Zusammenbringen des Salpetergases mit Salpetersäure; bei Zersetzung der Salpetersäure durch verschiedene Ursachen. Besteht nur in Verbindung mit Wasser. Man erhält sie in concentrirter Gestalt durch Destillation des getrockneten Salpeters mit  $\frac{5}{8}$  Vitriolöl. Bei diesem kleinern Verhältnisse der Schwefelsäure werden die letzten Antheile der Salpetersäure erst bei höherer Temperatur, in Sauerstoffgas und in salpetrigsauren Dampf zersetzt, übergetrieben, welcher letztere von der früher in die Vorlage übergegangenen Salpetersäure absorbt wird. — Pomeranzengelbe Flüssigkeit, rothe salpetrigsaure Dämpfe ausstoßend; von beträchtlichem spec. Gewicht; bei  $-49^{\circ}$  zu einer sehr dunkelrothen Masse gefrierend. — Wird durch Verdünnen mit Wasser, unter Entwicklung von Stickoxydgas und wohl zugleich unter Bildung von untersalpetriger Säure, grün, dann blau, endlich farblos. Bei Zusatz von Vitriolöl zu der entfärbten Flüssigkeit erscheinen diese Farben nach GAY-LUSSAC wieder in der umgekehrten Folge. Ein

Alkali zersetzt sie in salpetersaures Salz und in Salpetersäure. Sie oxydirt brennbare Körper besonders rasch, und zeigt daher viele von den Zersetzungen der wässrigen Salpetersäure mit besonderer Lebhaftigkeit und Wärmeentwicklung. Namentlich bewirkt sie, in eine offene oder lose bedeckte, mit hydrothionsaurem Gas gefüllte Flasche geschüttet, in einigen Augenblicken Entzündung mit blauer, zur Oeffnung herantretender Flamme und kleiner Explosion.

*B. a. Untersalpetrigsaures Ammoniak.*

Durch Zersetzen des untersalpetrigsauren Bleis mit schwefelsaurem Ammoniak. — Die Auflösung giebt an der Luft eine undeutlich krystallisirte Salzmasse, welche 0,137 (1 M.G.) Wasser enthält, und beim Erhitzen Wasser, Stickoxydul und Ammoniak entwickelt. — Die wässrige Auflösung zerfällt sich schon bei 50° unter Entwicklung von Stickgas, wobei sie neutral bleibt. BERZELIUS (*Gilb.* 40, 206).

*b. Salpetersaures Ammoniak.*

*Flammender Salpeter, Nitrum flammans.* — Ein neutrales Gemisch von wässriger Salpetersäure und reinem oder kohlensaurem Ammoniak wird abgedampft und zum Krystallisiren hingestellt. — 6seitige Säulen mit 6seitigen Pyramiden, oder dünne Nadeln; bei stärkerem Abdampfen faserig oder dicht. Von scharfem, bittern, unangenehmen Geschmacke.

	M.G.			Berze- lius	Kir- wan	D a v y			Ure
						pris- mat.	fasc- rig.	dich- tes	dich- tes
Ammoniak	1	17	21,25	21,143	23	18,4	19,3	19,8	23,3
Salpetersäure	1	5,4	6-,50	6-,625	57	69,5	72,5	74,5	65,0
Wasser	1	9	11,25	11,232	20	12,1	8,2	5,-	11,-
Salpeters. Amm.	1	80	100,00	100,000	100	100,0	100,0	100,0	100,0

Entzündet sich auf glühenden Körpern mit gelblichem Lichte und einiger Explosion, unter Bildung von Wasser, salpetriger Säure und Stickgas; verpufft auf glühenden Kohlen; giebt bei gelindem Erhitzen nichts als Wasser und oxydirtes Stickgas als Zersetzungsproducte. — Es schmilzt bei



208°, entwickelt bei 150 weisse Nebel, die sich zu Tropfen verdichten, kommt bei 225 in schwaches Aufwallen, fängt bei 238° an, Stickoxydulgas zu entwickeln, noch mehr bei 250°. Bei dieser Temperatur, die lange unverändert bleibt, sublimirt sich etwas salpetersaures Ammoniak; das rückständige Salz gesteht beim Erkalten krystallinisch. Ist das salpetersaure Ammoniak mit gleichviel Chlorcalcium gemengt, so entwickelt es in der Hitze salpetrige Säure und Chlor- und Stick-Gas, dann sublimirten Salmiak, und laßt Chlorcalcium mit Kalk. Ein Gemenge aus gleichviel salpetersaurem Ammoniak und Chlorkalium giebt beim Erhitzen Stickgas, Chlorgas, sublimirten Salmiak, und, als Rückstand, salpetersaures Kali und Chlorkalium. **PLEISCHL** (*Schw.* 38, 462). — Das Salz löst sich in 2 kaltem, in 1 heissem Wasser, unter Kälteerzeugung, auf; zerfließt an der Luft.

1 Maass Cyangas, mit ungefähr 1,5 Maass Ammoniakgas gemengt, bildet anfangs einen weissen dicken Nebel, der bald verschwindet, und vereinigt sich in einigen Stunden mit ihm zu einer braunen festen Materie, welche sich nur zum Theil, und zwar mit dunkelbrauner Farbe in Wasser auflöst. Diese Auflösung giebt mit Eisensalzen kein Berlinerblau. **GAY-LUSSAC**. — Diese braune Substanz scheint nicht sowohl, wie **GAY-LUSSAC** annahm, *Cyanammoniak* zu seyn, sondern ein Gemenge von Stickkohlenstoff und andern Zersetzungsproducten.

*c. Blausaures Ammoniak.*

Wird erhalten durch Vermischen der Blausäure mit liquidem Ammoniak; oder durch Fällen des blausauren Kalks mit kohlensaurem Ammoniak; oder durch Destilliren des blausauren Eisenoxydulammoniaks; oder eines Gemenges von 3 Salmiak, 2 blausaurem Eisenkali und 10 Wasser. **ITTNER**. — Krystallisirt in Würfeln und rechtwinklig 4seitigen Säulen, oder farrenkrautartig. Sehr flüchtig, hat seinen Siedpunct schon bei 36°; die Spannung seines Dampfes beträgt bei 22° 0,045 Meter. **GAY-LUSSAC**. Schmeckt und riecht nach Ammoniak und Blausäure zugleich. **ITTNER**. Enthält im krystallisirten Zustande kein Wasser. **BERZELIUS**. Zersetzt und verkohlt sich äusserst leicht beim Erhitzen, **GAY-LUSSAC**; sein Dampf verbrennt mit Flamme unter Absatz von kohlensaurem Ammoniak. **ITTNER**. Leicht in Wasser und Weingeist löslich.

*d. Schwefelblausaures Ammoniak.*

Krystallisirt nicht, zerfließt an der Luft. **POURRET**.

*a. Geschwefelt-schwefelblausaures Ammoniak.*

Wässriges Ammoniak löst nur wenig geschwefelte Schwefelblausäure. Die Auflösung verliert beim Abdampfen alles Ammoniak. WÜHLER.

*f. Hydrothion-schwefelblausaures Ammoniak.*

Man sättigt absoluten Weingeist völlig mit Ammoniakgas, und mischt in einem weitmündigen Glase 100 Theile dieser Flüssigkeit mit 16 Schwefelkohlenstoff, der in 40 absolutem Weingeist gelöst ist, verschließt das Glas sogleich luftdicht, schüttelt und überläßt es bei  $15^{\circ} \frac{1}{4}$  Stunde lang sich selbst. Aus der braun werdenden Flüssigkeit krystallisirt anfangs hydrothiocarbonsaures Ammoniak, dann, nach  $\frac{1}{2}$  Stunde, immer mehr hydrothion-schwefelblausaures.  $1 \frac{1}{2}$  Stunde nach vorgenommener Mischung gießt man die Flüssigkeit durch ein mit Weingeist getränktes Filter in ein andres ähnliches Glas, verschließt es schnell und genau, und läßt es dann zuerst bei  $+ 15^{\circ}$ , dann bei  $+ 8$  bis  $0^{\circ}$  stehen. In 24 Stunden ist das hydrothion-schwefelblausaure Ammoniak größtentheils krystallisirt; später krystallisirt nur wenig, und es kann wieder ein Theil zerstört werden. Daher gießt man die Flüssigkeit nach 30 bis 48 Stunden ab, wäscht das Salz einigemal mit sehr wenig kaltem Weingeist, bis sich dieser nicht mehr bedeutend färbt, und presst es zwischen Fliesspapier aus. Hält es etwas hydrothio-carbonsaures Ammoniak beigemischt, so setzt man es einige Zeit der Luft aus, wo dieses theils verdampft, theils zerfließt und sich in das untergelegte Fliesspapier zieht. Soll sich das Salz halten, so muß es im luftleeren Raume durch Vitriolöl getrocknet seyn. Löst es sich mit Trübung in Wasser, so halt es Schwefelkohlenstoff. Giebt es mit Bleisalzen, statt eines weissen, einen rothen Niederschlag, so halt es hydrothiocarbonsaures Ammoniak; röthet die über dem Bleiniederschlag befindliche Flüssigkeit gleich nach dessen Bildung die Eisenoxysalze, so halt es schwefelblausaures Ammoniak.

Große, glänzende, bald mehr citronen-, bald mehr pomeranzen-gelbe Krystalle; neutral gegen Pflanzenfarben; im frischen Zustande geruchlos, nach dem Aussetzen an die Luft nach Hydrothionsäure und Ammoniak riechend.

## Hydrothion-schwefelblausaures Ammoniak. 511

	M.G.	Nach Zeise's Annahme	
Ammoniak	1	17	18,28
Hydrothion-Schwefelblausäure	1	76	81,72
Hydrothion-schwefelblaus. Amm.	1	93	100,00

Das Salz schmilzt beim Erhitzen unter Aufbrausen, wird weiß, entwickelt bei 150° viel hydrothionsaures Gas, wahrscheinlich mit Cyangas und Stickgas gemengt, Schwefelkohlenstoff, hydrothiocarbonsaures Ammoniak und ein weißes nadelförmiges Salz, welches blausaures Ammoniak zu seyn scheint; es wird bei 200° immer brauner und dickflüssiger, entwickelt immer weniger von den genannten Stoffen, und ist endlich fest und in die braune, S. 489 *Anmerkung* beschriebene Materie verwandelt. — Im nicht getrockneten Zustande aufbewahrt, zerfällt es nach einigen Wochen bei abgehaltener Luft in Hydrothionsäure und in schwefelblausaures Ammoniak, bei Luftzutritt in Schwefel und in schwefelblausaures Ammoniak; eben so verhält sich das in Weingeist gelöste und der Luft dargebotene Salz; beim Erhitzen der weingeistigen Lösung erfolgt Bildung von hydrothionsaurem, unterschwelligsaurem und schwefelblausaurem Ammoniak, Absatz von Schwefel u. s. w.

Das Salz wird an der Luft feucht, löst sich ziemlich reichlich in Wasser zu einer gelblichen, bei Verdünnung farblosen Flüssigkeit. Es löst sich sehr langsam in kaltem, schneller in warmen Weingeist; noch langsamer in Aether: nicht in Steinöl. ZEISE (*Schw.* 41, 100 u. 170).

*Anmerkung.* Indem BERZELIUS die Acidität und Alkalinität der meisten Körper von einem Sauerstoffgehalt abzuleiten suchte, so nahm er auch im Ammoniak Sauerstoff an. Nach seiner ersten Hypothese waren Wasserstoff, Ammoniak, Stickstoff, Salpetersäure, Wasser u. s. w. verschiedene Oxydationsstufen eines und desselben Radi als metallischer Natur, welches er in dem sogenannten Ammoniumnatrium mit Quecksilber verbunden vermuthete, und *ammonium* nannte. Nach dieser Hypothese bildeten 100 Ammonium:  
mit 1 . 11,0346 Sauerstoff den Wasserstoff;  
— 4 . 11,0346 = 44,1384 Sauerstoff ein Ammoniumoxydul, das mit Kaliumsuboxyd die olivenfarbene Substanz des Kaliums bilden sollte;  
mit 8 . 11,0346 = 88,2768 Sauerstoff das Ammoniak;  
— 12 . 11,0346 = 132,4152 Sauerstoff den Stickstoff;  
— 24 . 11,0346 = 264,8304 Sauerstoff das Stickoxydul;  
— 36 . 11,0346 = 397,2456 Sauerstoff das Stickoxyd;

- mit 48 . 11,0346 = 529,6608 Sauerstoff die untersalpetrige Säure;  
 — 60 . 11,0346 = 662,0760 Sauerstoff die Salpetersäure;  
 — 72 . 11,0346 = 794,4912 Sauerstoff das Wasser.

Später sah BERZELIUS den Wasserstoff für einfach, dagegen Stickstoff als aus Sauerstoff und dem hypothetischen *Nitricum* bestehend an. Ein Mischungsgewicht des letztern = 6 bildeie nach der Ansicht mit 8 Sauerstoff den Stickstoff, mit 16 Sauerstoff das Stickoxydul; mit 24 Sauerstoff das Stickoxyd; mit 32 Sauerstoff die untersalpetrige Säure; und mit 48 Sauerstoff die Salpetersäure. Das Ammoniak wurde als eine Verbindung betrachtet von 6 Nitricum, 3 Wasserstoff und 8 Sauerstoff, doch so, daß der Sauerstoff an 12 Stoffe zugleich gebunden sey, worin das Ammoniak mit anderen nischen Verbindungen übereinkomme. Bei der Zersetzung des Ammoniaks durch Elektricität oder Hitze werfe sich der Sauerstoff schließlich auf das Nitricum, und es erscheine Stickgas und Wasserstoffgas. — Nach dieser Hypothese wäre das Ammoniak die Salzbasis mit doppelter brennbarer Grundlage.

In neuester Zeit hält jedoch BERZELIUS (*Lehrbuch* 1825. 7) die gewöhnliche, auch in diesem Handbuch angenommene Ansicht die wahrscheinlichere. Er stellt zugleich die Verbindung von 1 Stickstoff mit 4 Wasserstoff, oder von 1 Ammoniak und 1 Wasserstoff einem Metall gleich, welches er *Ammonium* nennt, nach dieser Ansicht kann das dem Chlorkalium so ähnliche salzsaure Ammoniak als Chlorammonium betrachtet werden u. s. w.



7

64









**THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY  
REFERENCE DEPARTMENT**

**This book is under no circumstances to be  
taken from the Building**

--	--	--



